

DER HEUTIGE STAND DER KONSERVATIVEN UND
OPERATIVEN BEHANDLUNGSMETHODEN
VON OBERSCHENKELSCHAFTFRAKTUREN

Johannes Martens

1970
—



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548314_0029

Aus der Chirurgischen Klinik der Universität München

Direktor: Prof. Dr. R. Zenker

DER HEUTIGE STAND DER KONSERVATIVEN UND OPERATIVEN BEHANDLUNGS-
METHODEN VON OBERSCHENKELSCHAFTFRAKTUREN

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Johannes Martens

aus Riederau a. Ammersee

München 1970



Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Referent;	Prof. RUEFF
Korreferent;	Prof. R. ZENKER
Dekan;	Prof. KRAFT

Tag der mündlichen Prüfung: 23. Juni 1970

Der heutige Stand der konservativen und operativen Versorgung von Oberschenkel-
schaftfrakturen.

Gliederung	Seite
A. Einleitung	
Problemstellung und geschichtlicher Abriß	1
B. Literarischer Teil	
I. Schaftfrakturen - ihre Form und Entstehung	6
II. Die Erstversorgung von Femurschaftfrakturen	12
1. Die Schockbehandlung	12
2. Die Wundbehandlung	12
III. Die konservativen Behandlungsmethoden	13
1. Der Gipsverband	13
2. Die Drahtextension	14
IV. Praktische und wissenschaftliche Grundlagen für eine stabile Osteosynthese	15
1. Die Reposition	15
2. Die Fixation	15
3. Ernährung der Knochenfragmente	16
V. Die operativen Behandlungsmethoden	17
1. Die Drahtumschlingung	17
2. Der Rush-pin	19
3. Die Marknagelung	20
4. Die Kompressionsnagelung	25
5. Die Kompressionsosteosynthese nach AO	26
VI. Die postoperativen Behandlungsmethoden	28
1. Verband und Lagerung	28
2. Übungstherapie	28
3. Die Materialentfernung	29
VII. Die Behandlung pathologischer Femurschaftfrakturen	31
VIII. Die Behandlung kindlicher Femurschaftfrakturen	32
IX. Die Infektionsgefahr	33

	Seite
X. Komplikationen durch den Metallfremdkörper	35
XI. Die Marknagelung und die Blutbildung	38
XII. Die Gefahr der Fettembolie	39
C. Eigenes Krankengut	42
I. Überblick	42
II. Offene Oberschenkelchaftfrakturen	47
versorgt durch:	
1. Küntscher-Nägel	47
2. AO-Platten	49
3. Herzog-Nägel	51
4. konservative Therapie	51
III. Geschlossene Oberschenkelchaftfrakturen	52
versorgt durch:	
1. Küntscher-Nägel	52
2. AO-Platten	65
3. Rush-pins	76
4. Hackethalsche Bündelnägel	77
5. AO-Nägel	77
6. Herzog-Nägel	79
7. konservative Therapie	80
8. Erstversorgung	81
D. Diskussion	83
E. Zusammenfassung	86
F. Literaturverzeichnis	87

Der heutige Stand der konservativen und operativen Versorgung von Oberschenkel-frakturen.

A. Problemstellung und geschichtlicher Abriss.

Die Knochenbruchbehandlung gewann mit der fortschreitenden Technisierung in den ersten Jahrzehnten unseres Jahrhunderts und dem damit verbundenen erschreckenden Anstieg der Unfallziffern immer mehr an Bedeutung. Umfangreiche Statistiken, wie z. B. aus Wien zeigen dies deutlich: Dort waren 1924 6100 Unfälle registriert worden, während es 1929 bereits mehr als 10.000 waren, die stationär versorgt werden mußten. 1956 betrug die Zahl 14.821 (BÖHLER). CARSTENSEN weist in einem Bericht aus der Chirurgischen Universitätsklinik Hamburg darauf hin, daß im Gegensatz zu Betriebsunfällen, die in der Zeit von 1950 bis 1954 um 37 % zunahmen, die Verkehrsunfälle im gleichen Zeitraum um 127 % anstiegen. Neben der Zahl ist auch der Schweregrad der Verletzungen vor allem bei Verkehrsunfällen größer (BÖHLER). BÖHLER stellt 1960 fest, daß in Westdeutschland die Unfälle mit einem Anteil von 25 % an dem Verlust an Arbeitstagen durch Erkrankungen aller Art beteiligt sind. 1956 lag dieser Anteil mit 40 Millionen Arbeitstagen bei 22,5 %. Keine der anderen Krankheiten sind mit so hohen Verlusten an Arbeitstagen verbunden. Dieser Entwicklung wurde in der Schaffung und Verbesserung einer Vielzahl von Behandlungsmethoden Rechnung getragen; namhafte Autoren fordern für die Zukunft die Errichtung von weiteren Unfallstationen und Spezialunfallkrankenhäusern, besonders in Industrie- und Sportzentren sowie Großstädten (ARENS, WONDRAK, EBHARDT, TSCHERNAWSKI, BÖHLER u. a.).

Da eine moderne Knochenbruchbehandlung eine spezielle Ausbildung erforderlich macht, wurde 1951 in Österreich der Facharzt für Unfallchirurgie eingeführt. Nach BÖHLER umfaßt die Unfallchirurgie folgende unfallabhängigen Probleme: Die Entstehung, Erkennung, Behandlung und Beurteilung des Schocks, der Blutung, der Fettembolie der posttraumatischen Pneumonie, der Thrombose und Embolie, der Wundinfektion, des Dekubitus, der Verletzung des peripheren und zentralen Nervensystems, der Knochenbrüche und Verrenkungen sowie deren Folgezustände. Die bestehende Problematik in

der Verhütung und Behandlung der gestörten Kallusbildung, der Durchblutungs- und Bewegungsstörungen durch Veränderungen von Knorpel, Kapsel und Bändern, von Muskeln und Sehnen, der Myositis ossificans, dann des Muskel- und Kalkschwundes, sowie der späteren Nekrosen und Arthrosen beschäftigt die experimentelle Chirurgie in zunehmendem Maße. Aufgrund des Fortschrittes auf den Gebieten der Anaesthesie, der Asepsis, der Röntgenologie und Diagnostik, sowie der Werkstoffkunde ist es gelungen, Operationsverfahren anzuwenden, die den frakturierten Knochen stabilisieren. Das Ziel jeder Knochenbruchbehandlung ist eine möglichst gut reponierte Fraktur mit stabiler Fixierung der Fragmente bis zum Knochendurchbau und bis zur weitgehend normalen Belastung. Bereits im Altertum wurde dieses Ziel angestrebt und stellt somit eines der ältesten Probleme der Medizingeschichte dar. Schon die Ägypter wie auch die Griechen hatten ein erstaunlich umfangreiches Wissen bezüglich der Knochenbruchbehandlung. Selbst von den Azteken wird berichtet, daß sie erfolgreich fixierende Eingriffe bei Frakturen durchführten. Die erste wirkungsvolle und weitgehend zuverlässige Maßnahme in der Behandlung einer Fraktur war die Anwendung eines von außen umgreifenden Gipsverbandes, den der holländische Militärarzt ANTONIUS MATHYSEN 1852 einführte. Seine Anwendung wurde schon von SCHANZ u. a. proklamiert, BÖHLER und SCHNEK machten sich um die Vervollkommnung und Publikation der Technik verdient. Bereits 1862 war die operative Bruchbehandlung durch Nagelung, Verschraubung und Drahtnaht nach Mißerfolgen durch konservative Therapie von GURLT empfohlen worden. Bei subcutan liegenden Brüchen, wie Olecranon- und Patellarfrakturen, war die operative Behandlung schon damals üblich und stellt damit eines der ältesten Osteosyntheseverfahren dar (LISTERER 1877). 1892 schlug der Russe KUSMIN und 1906 sein Landsmann SPISCHARNEJI nach Erprobungen die Osteosynthese mit Hilfe metallischer Stifte speziell für Schaftbrüche vor. 1913 gab SCHÖNE eine Methode mit langen duktilen Silberstiften an, welche die Markhöhle ausfüllten. Diese Methode konnte sich wegen der hohen Infektionsquote nicht durchsetzen (ZENKER). Zur gleichen Zeit verwendeten die Belgier ELIE und ALBIN LAMBOTTE, LUCAS CHAMPONIERE und der Deutsche FRITZ KÖNIG bei gelenknahen Brüchen Nägel, Schrauben, Platten und Drähte. Wegen Fehlens von korrosionsfreien Implantaten benutzte KÖNIG Elfenbeinstifte und Knochenprothesen. Aufgrund der hohen Komplikationsraten stießen die Wegbereiter der modernen Osteosynthese auf große Ablehnung (MATTI, 1918). Dennoch trat die operative Bruchbehand-

lung mehr und mehr aus ihrem Geltungsbereich als Ergänzungstherapie (WILLEN-EGGER). KIRSCHNER gelang es 1927, die vorher schon von BARDENHAUER und KLAPP angegebene Drahtextension zu einer anerkannten therapeutischen Maßnahme zu entwickeln. Er konnte zeigen, daß man ohne Vorbohren einen halbstarren Draht direkt durch den Knochen führen und diesen, bei entsprechender Spannung in einem Bügel, ohne die Gefahr des Durchbiegens mit erheblichen Gewichten belasten kann. Die Methode fand besonders im 2. Weltkrieg in der Oberschenkelbruchtherapie nach Schußbrüchen Anwendung (ZENKER). Ende der 20er Jahre kamen erneut Bestrebungen in Gange, frische tiefliegende Frakturen direkt durch am Bruchspalt angreifende Fremdkörper zu behandeln. Die Erfolge waren zunächst sehr unbefriedigend. MAGNUS berichtet über erschreckende Mißerfolge mit dieser Methode. Auch BÖHLER meinte: "Die verhängnisvolle Neuerung in der Behandlung frischer Knochenbrüche ist die grundsätzlich operative Einstellung und das Festhalten der Bruchstücke durch große metallische Fremdkörper". 1935 versuchten JOLY und 1937 DANTES und LAMBRIDUNI die operative Fixation mit Knochendrahten. GROVES wandte Metall, Elfenbein oder Knochen an. Diese Methoden boten, wie die Lamellenbolzung nach MÜLLER-MERNBACH den Nachteil einer zweimaligen breiten blutigen Eröffnung der Frakturstelle. 1940 veröffentlichte KÜNTSCHER auf der 64. Tagung der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie erstmals seine Erfolge an zwölf Patienten mit der Marknagelung, die 1939 erstmals von ihm zur Anwendung gebracht wurde. Seine Arbeiten über die Osteogenese am frakturierten Knochen und die extraartikuläre Schenkelhalsnagelung waren die Grundlagen der Entwicklung der Knochennagelung. Die Forderung nach Formschlüssigkeit zwischen Metall und Knochen erfüllte MAATZ 1942 durch die Aufbohrung des Markkanals. HERZOG gab 1950 und 1956 Modifizierungen des Marknagels bekannt. 1960 schlug HACKETHAL die nach ihm benannte Bündelnagelung als innere Schienung vor. Ein ganz wesentlicher Beitrag zur Entwicklung der Osteosynthese wurde von dem belgischen Orthopäden DANIS 1949 in seiner Monographie "Theorie et Pratique de l'Osteosynthese" erbracht. Als operativ-technische Neuerung führte er eine Verspannplatte als Verbindung von Stabilität und Druck, das Vorschneiden von Gewinden für die Verschraubung von harten Knochen und die Aufstellung von mechanischen Prinzipien für die richtige Schraubenlage ein. DANIS konnte zeigen, daß bei axialer Kompression und absoluter Stabilität die Kallusbildung ausbleibt und die sogenannte "sodure

autogene" (= Primärheilung) einsetzt, was bei der Beurteilung des Heilverlaufes einer Fraktur im Röntgenbild von grundlegender Bedeutung ist. 1963 wurden Prinzipien der Biomechanik sowie der Stabilisierung von Frakturen in einer umfangreichen Monographie "Technik der operativen Frakturenbehandlung" von MÜLLER, ALLGÖWER und WILLENEGGER dargelegt. In diesem Werk wird die Bedeutung der funktionell stabilen Osteosynthese ohne röntgenologisch sichtbaren periostalen und endostalen Kallus (Ossifikation per primum) unter Vermeidung trophischer Weichteilschäden besonders herausgestellt. Über die Osteosyntheseverfahren bei Oberschenkelchaftfrakturen wird ausführlich berichtet. 1966 veröffentlichte KAESMANN erstmals die in der Göttinger Chirurgischen Universitätsklinik entwickelte Methode des Kompressionsnagels, der speziell für Femurschaftfrakturen ein breites Indikationsgebiet zu versprechen scheint. Weitere Methoden zur Frakturenbehandlung wurden von BOGDANOW, SAZEPIN, FORGON, BURKHARDT u. a. entwickelt. Die dringende Notwendigkeit neue therapeutische Möglichkeiten zur Bruchbehandlung zu erarbeiten ist am deutlichsten belegt durch einen Bericht des Ministeriums des Inneren in Wien. Danach wurden alle Unfälle des Zeitraums 1906 bis 1911 erfaßt und mußten zu 89,2 % aller Oberschenkelchaftfrakturen bei einer durchschnittlichen Erwerbsbeschränkung von 42,17 % dauernd entschädigt werden. Nur 9 % waren ohne Dauerstörungen, 1,8 % waren verstorben. Dieses Ergebnis war nicht einmalig; es wird sogar übertroffen von den Versicherten der Norddeutschen Holzberufsgenossenschaft, bei denen die Oberschenkelchaftfrakturen 100 % Dauerrenten erhielten (LUTZ). Die Resultate wurden von anderen Autoren bestätigt, die neben der Knochenbruchheilung eine Wiederherstellung der Funktion der betroffenen Extremität forderten. So besteht für den Unfallchirurgen die Aufgabe neben der absoluten Stabilisierung der Fragmentstellung (= stabile Osteosynthese) eine möglichst frühzeitige Beweglichkeit der betroffenen Gliedmaße anzustreben, um eine Schädigung durch Ruhigstellung auf ein Mindestmaß zu reduzieren. Muskelatrophie, Versteifung der Gelenke, Verlötung der Sehnen mit den Sehnenscheiden, Störung des Kreislaufes der betroffenen Extremität und allgemeine Kreislaufschädigung sind nach KÜNTSCHER die vorwiegenden Gefahren bei unsachgemäßer Behandlung.

Die Aufgabe dieser Untersuchung soll es sein, die Behandlungsergebnisse der Femurschaftfrakturen an Hand des Krankengutes der Chirurgischen Universitätsklinik München vom 1. 1. 1960 bis zum 31. 12. 1967 und der Literatur zu vergleichen.

B. Literarischer Teil

I. Schafffrakturen - ihre Form und Entstehung.

MESSERER und SJÖVALL konnten durch Modellversuche zeigen, daß die Entstehung und der Verlauf der Bruchlinien von den Elastizitätsgesetzen abhängen. Demnach kann bereits aus dem Unfallmechanismus weitgehend auf die Form des Bruches geschlossen werden, wie auch aus der Frakturgestalt die Art der Gewalteinwirkung abgeleitet werden kann.

Grundsätzlich kann man sagen, daß ein Körper, der einer Belastung irgendwelcher Art ausgesetzt wird, unter Veränderung seiner Form einen Widerstand gegen die Belastung entwickelt. Dabei treten Druck-, Schub- und Scherspannungen auf. In der Haupt- richtung der Gewalteinwirkung kommt es zu Druck- und Zugspannungen. Gleichzeitig werden senkrecht zur Gewalteinwirkung Zug- und Druckspannungen wirksam. In allen anderen Richtungen entstehen zusätzlich Scherspannungen.

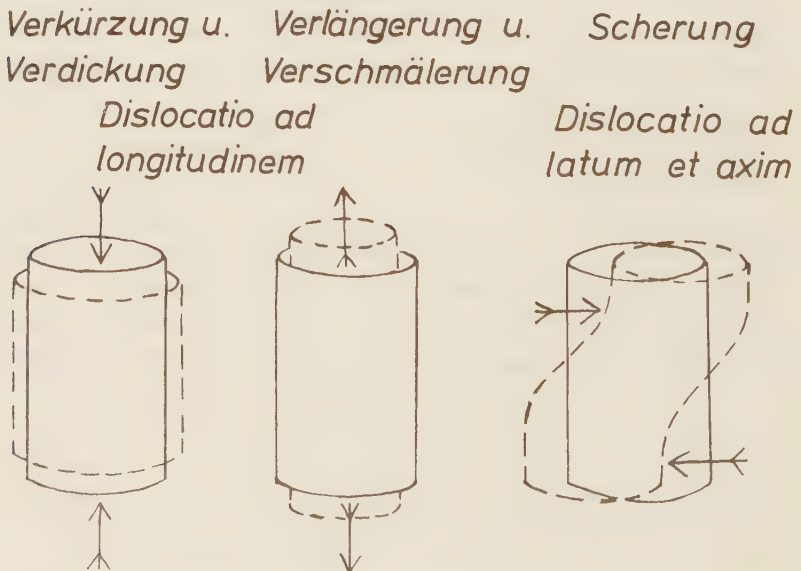


Abb. 1: Formveränderungen eines Körpers bei verschiedenen Krafteinwirkungen.

Die Elastizitätslehre sagt aus, daß die Größe der Veränderung in der belasteten Richtung direkt proportional zur Stärke der äußeren Gewalt pro Flächeneinheit des Körperquerschnittes ist. Die Kraft pro Volumeneinheit, die eine Formveränderung der Längeneinheit ergibt, nennt man das Elastizitätsmodul. Die Proportionalitätsgesetze verlieren ihre Gültigkeit jedoch schon an der sogenannten Elastizitätsgrenze. Der belastete Knochen frakturiert lange vor Erreichung des Elastizitätsmoduls. Das Maß der Festigkeit ist der Festigkeitsmodul.

Der Knochen wird nur selten einer einzigen der genannten Belastungen ausgesetzt. In der Regel sind es typische Kombinationen.

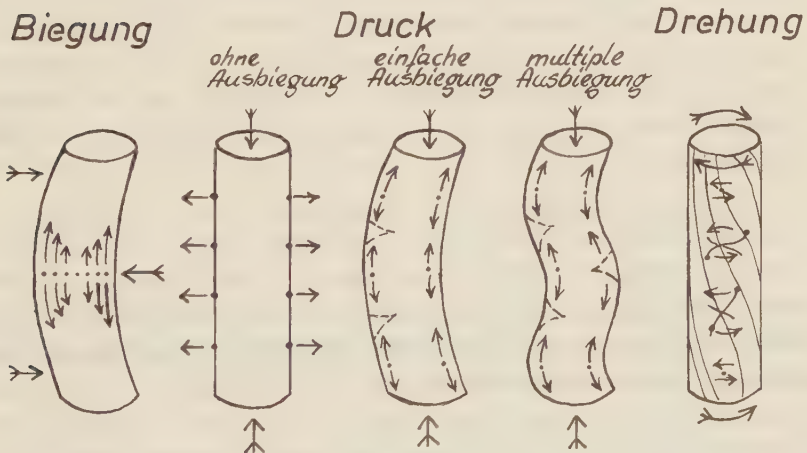


Abb. 2: Formveränderung und Bruchentstehung an Röhrenknochen als Folge verschiedener Krafteinwirkungen.

1. Durch Gewalteinwirkung von der Seite kommt es zur Biegung. Der Knochen wird auf der konvexen Seite durch Zugspannung auf der konkaven Seite durch Druckspannung beansprucht. Zwischen Konvexität und Konkavität befindet sich eine spannungsfreie Ebene.
2. Wird ein Knochen der Torsion ausgesetzt, so kommt es zu kreisförmig herumlaufenden Scherspannungen in allen zur Drehachse senkrechten Ebenen.
3. Eine Druckspannung kann auch alleine vorkommen, wenn eine reaktive Zugspannung in der zur Druckrichtung senkrechten Ebene entsteht.
4. Eine Druckeinwirkung in der Längsrichtung des Knochens bewirkt eine einfache oder multiple Ausbiegung. Dies wird begünstigt, wenn der Knochen einseitig eine geringere Festigkeit oder bei gleichmäßiger Festigkeit unterschiedlichen Durchmesser hat, oder wenn bereits eine Krümmung präformiert vorhanden war. Bei der einfachen Ausbiegung ergibt sich dieselbe Situation wie bei der Biegung. Bei der multiplen Ausbiegung entstehen periodisch alternierende Druck- und Zugspannungen auf beiden Seiten.

Bei der Belastung eines Knochens bis zur Zerreißgrenze beginnt ein Bruch an der im Verhältnis zur Festigkeit am stärksten belasteten Stelle. Die Festigkeit des Knochengewebes ist bei Zugbeanspruchung sehr gering. Die Fraktur entsteht deshalb bei Zugspannung wiederum zuerst an der Stelle, an der der Knochen im Verhältnis zu den vorhandenen Zugspannungen am schwächsten ist.

In einer grundlegenden Arbeit hat MESSERER mit technisch geläufigen Methoden der Festigkeitsprüfung sogenannte statische Frakturen gesetzt. Dabei kam er zur Unterscheidung von drei Bruchformen:

1. Die Biegefrakturen.
2. Die Druck- und Strebefrakturen.
3. Die Drehfrakturen.

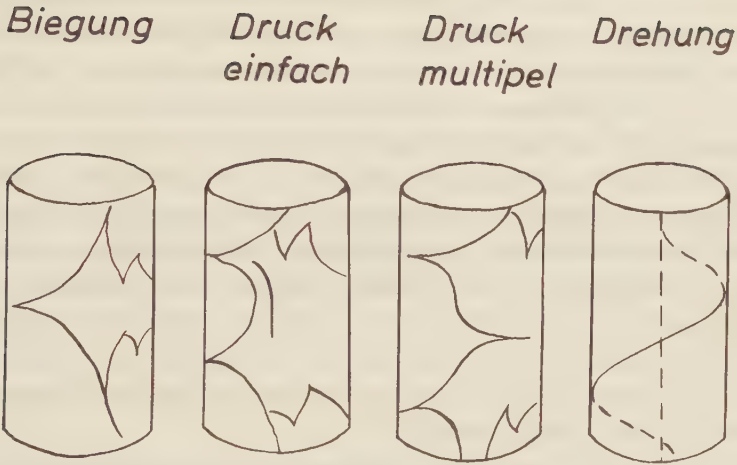


Abb. 3: *Bruchlinien an Röhrenknochen nach verschiedenen Krafteinwirkungen.*

Die statischen Frakturen kommen nach SJÖVALL in der Praxis selten vor. Brüche die durch Schlag, Stoß oder Fall verursacht werden, sind ihrem Charakter nach als "dynamische Brüche" zu bezeichnen, und entstehen nach Erfüllung folgender Voraussetzungen:

1. Die äußere Gewalt wirkt an einem begrenzten Bezirk.
2. Die Veränderung der Form des Knochens beginnt von diesem Bezirk aus und folgt den Gesetzen der Elastizitätslehre.
3. Das Beharrungsvermögen (Trägheit) bestimmt den Widerstand des Knochens.
4. Die Geschwindigkeit der einwirkenden Masse muß eine bestimmte Größe erreicht haben, bevor zunächst eine bedeutsame Formveränderung und danach eine Fraktur entstehen kann.

Nach der Arbeit von SJÖVALL lassen sich diese Brüche gut in das Schema der statischen Frakturen einordnen. Geringe Differenzen unter den verschiedenen Bruchformen können mit altersbedingten Unterschieden der Knochensubstanz erklärt werden. Die spröden Knochen älterer Menschen zeigen nicht so typische Bruchlinien, da der Bruch aufgrund unregelmäßiger Zerstörungen des Knochengewebes nach anderen Gesetzmäßigkeiten erfolgt. Im Gegensatz dazu brechen die weichen Knochen junger Menschen oft unvollständig oder mit faserigen Aufsplitterungen. Der Periostschlauch bleibt hier erhalten (sog. Grünholzfrakturen). Da man das Verhalten des Knochens bei Beanspruchung kennt, ist der Kliniker bei der Kenntnis des Verletzungsherganges in der Lage, annähernde Aussagen über die zu erwartende Gestalt der Frakturlinien zu machen, wie auch der Gerichtsmediziner auf die Art der stattgehabten Gewalt rückschließen kann (SJÖVALL).

1. Die Biegefraktur beginnt an der Konvexität gegenüber dem Angriffspunkt der biegenden Gewalt als transversaler Riß.
2. Die Torsionsfraktur nimmt ihren Anfang als transversale Scherfraktur. Voraussetzung ist, daß die schwächste Stelle in dem relativ homogenen Schaft liegt. (Wenn der eine oder andere Angriffspunkt konstruktiv schwächer ist als der Schaft, beginnt der Bruch an dem betreffenden Punkt).
3. Die Drehfraktur ohne Ausbiegung beginnt als longitudinaler Riß an den Enden oder in einigem Abstand von diesen.
4. Die Drehfraktur mit Ausbiegung beginnt einfach oder multipel an dem Ort (an den Orten) der Konvexität der maximalen Ausbiegung(en) ebenso wie bei der Biegefraktur.

Wird die Knochenstruktur an einer bestimmten Stelle unterbrochen, so verändert sich die gesamte Festigkeit des Knochens und es kommt zu einer Spannungsveränderung. Der Knochen bricht dann unter anderen Voraussetzungen weiter, wobei die Struktur des Knochens und die Richtung der bereits vorhandenen, also der zuerst entstandenen Frakturlinien maßgebend sind. Nur die Form der Spontan- oder pathologischen Fraktur läßt keine zuverlässigen Rückschlüsse auf die Größe der Krafteinwirkung zu, da diese immer nur einen Bruchteil der Kraft darstellt, die am gesunden Knochen zur

Fraktur führt.

Die offenen oder komplizierten Frakturen entstehen entweder durch eine lokal am Knochen und Weichteilen angreifende Gewalt - man spricht hier von einem direkten offenen Bruch - oder durch Krafteinwirkung auf den gesamten Knochen, unter Umständen auch durch Fortleitung über mehrere Knochen. Die Fraktur tritt dann am punctum minoris resistentiae ein. Dies wird als indirekter offener Bruch bezeichnet. Sekundär kommt es dann zu einer Durchspießung der Haut. Die Einteilung der offenen Brüche in direkte und indirekte hat eine praktische Bedeutung in der Prognose der Wundheilung. Bei indirekten Frakturen werden die Wundränder kaum gequetscht und damit die Durchblutung nicht gestört (BÖHLER, MÖRL, ZRUBECKY). Unregelmäßige und gequetschte Wundränder werden sich bei einem direkten offenen Bruch zeigen; die Prognose ist hier wegen der breiten Weichteilzertrümmerung ungünstiger (BÖHLER, BLOCK, MÖRL u. a.).

MATTI spricht nicht von offenen oder komplizierten und geschlossenen oder unkomplizierten Frakturen, sondern empfiehlt bei Brüchen mit Gefäß- und Nervenverletzungen von komplizierten zu sprechen. Diese Klassifizierung konnte sich jedoch nicht durchsetzen.

Die Femurfraktur ist eine schwere Knochenverletzung. Sie stellt erhebliche Probleme dar, wie ausreichende Stabilisierung, Vermeidung von Rotationsfehlern, hohen Blutverlust und die Gefahr einer Fettembolie (ALLGÖWER). Nach GANZONI und CLARK beträgt der Blutverlust zwischen 500 und 3000 ml und illustriert die allgemeine Körperbeteiligung am besten.

II. Die Erstversorgung von Femurschaftfrakturen

1. Die Schockbehandlung

Femurbrüche sind häufig vergesellschaftet mit weiteren schweren Nebenverletzungen und mit einem hohen Blutverlust. Es besteht immer eine Schockgefahr. Auch bei normalem oder erhöhtem Blutdruck kann sich der Patient in Gefahr befinden, da der Körper versucht den Volumensmangel zu kompensieren (ALLGÖWER, ZENKER u. a.). Die Behandlung des Schocks sollte schon am Unfallort einsetzen. Die Gefahren für Nieren, Leber und Gehirn, sowie die damit verbundene Schädigung der Infektionsabwehr und Toxinresistenz sind nicht zu unterschätzen. Die Schockprophylaxe und -therapie besteht in der Verabreichung von Blutvolumenersatz und schmerzstillenden Mitteln, sowie, wenn dann noch notwendig, in der Applikation von Kreislaufmitteln.

2. Die Wundbehandlung

Bei offenen Frakturen besteht immer eine Infektionsgefahr, die eine primäre Wundexzision unter aseptischen Kautelen erfordert. Weiterhin sind notwendig die Versorgung von Gefäßen und Nerven, eine sorgfältige Stabilisierung der Fraktur, Anlegen einer Saugdrainage, gegebenenfalls die Deckung des Knochens mit Weichteilen, Hautplastiken und Entlastungsschnitten sowie spannungsfreie Nähte. Mit der Verabreichung von Antibiotika sollte so früh wie möglich begonnen werden.

III. Die konservativen Behandlungsmethoden

In der präantibiotischen Ära stand die konservative Behandlung im Vordergrund, während sich heute die operativen Methoden mehr und mehr durchsetzen. Die Gründe dafür werden in der besseren Stabilität, der besseren Fragmentstellung und der geringeren Fixationsschäden bei operativem Vorgehen gesehen. Dennoch fordern KÜPPERMAN, TALKENBERG, STRINGA, MATTI u. a. daß die konservative Therapie die alleinige Maßnahme zur Versorgung von Oberschenkelbrüchen sein soll. Nur bei mißglückter konservativer Behandlung sollen operative Maßnahmen zur Anwendung kommen.

1. Der Gipsverband

Der ungepolsterte Gipsverband ist die ideale äußere Schienung. Seine Anwendung für den Oberschenkel bringt aber den Nachteil mit sich, daß auch das Becken, der Unterschenkel und oft auch der Fuß mit einbezogen werden muß. Da der Gips erst nach knöcherner Überbrückung entfernt werden darf, bedeutet das die Ruhigstellung von Muskulatur und mindestens zweier Gelenke für mindestens acht bis zehn Wochen (BÖHLER). Die Folgen sind Inaktivitätsatrophie und Schrumpfung von Bändern und Kapselapparaten der Gelenke, was bei alten Patienten zu oft irreversiblen Schäden mit Bewegungseinschränkungen führt. Die Angaben über Bewegungseinschränkungen des Kniegelenks schwanken in der Literatur sehr stark. So berichtet BÖHLER, daß LINIGERIN in 60 %, BOSCH in 30 % und BÖHLER selbst in 37 % der Fälle Bewegungseinschränkungen fanden. KÜNTSCHER nimmt an, daß die Gewebsschäden durch die mechanische Entzündung, die vom Bruch ausgelöst wird, verursacht werden. Außerdem wird die Durchblutung der behandelten Extremität durch venöse Rückflußstörungen erheblich behindert. Dazu kommt noch das Fehlen sämtlicher Hautreize, die für den wechselnden Füllungszustand der Hautgefäße sorgen. Weiterhin können auch Drucknekrosen auftreten. Eine absolute Stabilisierung der Fragmente ist mit einem ungepolsterten Gipsverband nicht möglich. Durch Resorption des Bruchhämatoms wie auch durch Muskelatrophie entsteht ein erheblicher Spielraum zwischen Verband und Extremität. Damit können die Bruchteile gegeneinander bewegt werden.

2. Die Drahtextension

Soll bei einer Oberschenkelfraktur ein Streckverband angelegt werden, so kommen je nach Frakturtyp und Behandlungsdauer ein Tuberositasdraht, ein transcondylärer oder supracondylärer Extensionsdraht in Frage. Bei dieser Therapie sind aber alle Voraussetzungen für eine gestörte Knochenheilung gegeben, da die Forderung nach Fixation der benachbarten Gelenke nicht erfüllt werden kann (HARNACH, HÄBLER). Durch die Extension können die axialen Druckkräfte neutralisiert werden, seitliche Druckeinwirkungen können aber ungestört stattfinden. Damit ist die Gefahr der Pseudarthrosenbildung gegeben. BÖHLER, der große Erfahrung in der Anwendung der Drahtextension hat, sieht den Grund für ungünstige Ergebnisse in der Verwendung von zu hohen Gewichten. Die Distraction der Fragmente kann zu einer verzögerten Knochenheilung führen. BÖHLER strebt eine Verkürzung um etwa einen Zentimeter in achsengerechter Stellung an. Die Tatsache, daß jede Knochenheilung mit einer Verkürzung der Fragmente vor sich geht, sieht BÖHLER in den oberflächlichen Nekrosen der Frakturende. Die Knochenresorption wird durch Gefäßspasmen angeregt und steht anfänglich in einem Mißverhältnis zur Osteogenese. BÖHLER ist der Meinung, daß Verkürzungen bis zu zwei Zentimeter und Verschiebung um Schaftbreite noch zu keinen Spätschäden führen müssen. In der röntgenologischen Beurteilung werde dies oft überbewertet. Von größter Bedeutung sei die Wahrung der achsengerechten Stellung. Schon eine geringe Achsenknickung kann zu schweren sekundären Gelenkschäden führen. Seitenverschiebungen bis zu einer halben Schaftbreite werden als ideal eingestellte Brüche bezeichnet. Durch raschere Resorption der spongiösen Teile kann es auch zu vermehrtem Kallus kommen. Bei zu früher Belastung und verzögerter Knochenheilung besteht die Gefahr der Refraktur und Pseudarthrose. Bei jeder Drahtextension können Muskelatrophie, Gelenkversteifung durch Bänderschrumpfung aufgrund der Inaktivität und Schlottergelenke durch Überdehnung entstehen. Die Gelenkstörungen liegen prozentual bei dieser Behandlungsmethode höher, als sie bei anderen angegeben werden.

GREWE fand unter 157 mit Drahtextension behandelten Fällen in 23 % eine Bewegungseinschränkung. BÖHLER hat nie Schlottergelenke erlebt. LINIGER und MAGNUS stellten in 25 % und 9 % Schäden fest.

IV. Praktische und wissenschaftliche Grundlagen für eine stabile Osteosynthese

Während der gesamten Heilungszeit einer Fraktur müssen die Reposition und die Fixation anatomisch exakt, sowie die Stabilität und Ernährung der Knochenfragmente erhalten bleiben.

1. Die Reposition

Die anatomisch exakte Reposition vor der Fixation ist Voraussetzung für den Erfolg einer optimalen Stabilisierung.

2. Die Fixation

Nur wenn ein "mechanisch stabiler Block" (MÜLLER) in seiner Festigkeit nicht nachläßt (auch im späteren Verlauf der Heilung beim aktiven Training) ist der Patient schmerzfrei. Schon geringfügigste Bewegungen im Frakturspalt verursachen schmerzreflektorische Gelenksteifen (HICKS). Diese für den Behandlungserfolg entscheidende Stabilisierung kann durch innere Schienung oder durch äußere Kompression erreicht werden. Das Kompressionsprinzip stand lange im Kreuzfeuer der Meinungen. CHARNLEY und WAGNER bewiesen die von DANIS vertretene Ansicht, daß bei axialem Druck die Osteogenese für spongiöse Flächen und damit jede Bruchheilung gefördert werden. Nach DANIS würde bei Schafffrakturen der durch äußere Spanner erzielte erhöhte Druck wirkungslos bleiben. MÜLLER vertritt hierzu die Ansicht, daß CHARNLEY mit seinem Instrumentarium keine absolute Stabilität und damit auch keinen konstanten Druck erzielen haben könne. WATSON-JONES und LENGGENHAGER sind der Ansicht, daß Druck knochenzerstörend wirke. KÜNTSCHER und MÜLLER vertreten die Auffassung, daß WATSON-JONES zwischen intermittierendem und konstantem Druck keinen Unterschied gemacht habe. Experimentell konnte nachgewiesen werden, daß nur intermittierender Druck störend auf die Osteogenese wirken könne. BASSETT konnte in vitro zeigen, daß pluripotente Mesenchymzellen unter Druck in Osteoblasten und unter Zug in Bindegewebszellen differenzieren. So weist MÜLLER darauf hin, daß konstanter Druck nicht osteo-

lytisch sondern osteogenetisch wirkt. Die Osteolyse an Frakturenden führt BÖHLER u. a. zu der Ansicht, daß die Kompression bei der stabilen Osteosynthese nur wenige Stunden oder Tage anhalten könne. Die Schweizer Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese hat durch Versuche von BASSETT jedoch den Beweis erbringen können, daß diese Osteolyse nicht zur Druckänderung führt, da es sich um eine "creeping substitution" handelt. Auf- und Abbauvorgänge gehen nebeneinander vor sich. Auch von einer ausbleibenden Kallusbildung könne nicht die Rede sein (GEISER), wie mikroskopische Untersuchungen von SCHENK ergeben haben. Man kann lediglich von sogenanntem "röntgenologisch nicht sichtbarem Kallus" sprechen, da in den mikroskopisch kleinen Knochenspalten durchaus Kallus gebildet wird. Überschüssigen und damit störenden Kallus gibt es nicht, den DANIS als eine Art Kelloid des Knochens bezeichnet. MÜLLER geht soweit zu sagen, daß jeder röntgenologisch sichtbarer Kallus bei der stabilen Osteosynthese als Warnzeichen zu werten ist, und auf eine Unruhe im Frakturspalt hinweist. Die "kalluslose" Heilung gilt als röntgenologisches Kriterium der dauerhaften Stabilität (MÜLLER). MATZEN konnte die Abhängigkeit der Kallusgröße von der mehr oder weniger vollständigen Ruhigstellung der Fraktur und damit der mehr oder weniger großen mechanischen Irritation des jungen Kallusgewebes während der Frakturheilung röntgenologisch zeigen und histologisch bestätigen.

3. Ernährung der Knochenfragmente

Die Osteosynthese unter Druck - der optimale Druck liegt bei acht Kilogramm - führt zur verbesserten Vaskularisierung der Fragmente, wie Experimente von PETROKOV bewiesen haben. Ebenso beweisen eine Menge von klinischen Daten, daß kleine abgestorbene Knochenteile normal einheilen können, wenn diese sorgfältig eingepaßt und unter Druck gesetzt wurden (MÜLLER).

V. Die operativen Behandlungsmethoden

Die operative Behandlung von Femurschaftfrakturen ist heute vorrangig. Lediglich bei andauerndem schlechten Allgemeinzustand der Patienten, sowie bei Femurstumpfrakturen wird eine Konsolidierung auf konservativer Behandlungsbasis bevorzugt.

1. Die Drahtumschlingung

Die Fixierung eines Schräg- oder Spiralbruches an einem langen Röhrenknochen mit Hilfe einer oder mehrerer zirkulärer Drahtschlingen ist wegen ihrer technischen Einfachheit bestechend (MATZEN). Die Verknüpfung der Drahtenden stellt das einzige technische Problem dar.

LEEMANN vertrat die Ansicht, daß das einfache Verdrehen der Enden miteinander, wie es von FEHR (1945) und HÄUPTLI (1956) durchgeführt wurde, ein völlig minderwertiger Verschluß des Drahtringes sei. Er empfiehlt die Falzcerclage als technische Verbesserung. Der Erfolg der Drahtcerclage macht nach LEEMANN folgende Voraussetzungen erforderlich:

- a. Die Bruchflächen müssen mindestens fünf Zentimeter lang sein.
- b. Es werden zwei Drahtringe für "gewöhnliche" und vier Drahtringe bei Drehkeilbrüchen für erforderlich gehalten.
- c. Die Drahtschlingen müssen mindestens einen Zentimeter von den Frakturenden entfernt sein.
- d. Die Frakturposition hat peinlich genau zu erfolgen.
- e. Die Cerclagen müssen technisch zuverlässig mit dem Falzspanner geknotet werden.
- f. In der Nachbehandlung müssen zu frühe Gewichtsbelastungen und zu frühe Mobilisation vermieden werden.

MÜLLER hingegen betrachtet die Cerclage als Osteosynthese bei Schaftfrakturen als

unzuverlässig. Es komme lediglich eine Adaptation zustande, niemals eine Stabilisierung oder Kompression (BARTOS, KARLINGER). PROSKE rät deshalb, die um den Knochen geführten Drahtschlingen percutan zu einem Spannbügel zu führen, um auf diese Weise eine Kompressionsbehandlung auf die Schrägbrüche zu erreichen. Nach MÜLLER vereinigt die Drahtumschlingung die Nachteile der konservativen und operativen Methoden. Sie könne im Einzelfall als zusätzliche Sicherung zusammen mit einem Marknagel empfohlen werden. MÜLLER schränkt auch hier ein: "Mehrere Drähte zusammen mit einem Marknagel verwendet, führen oft zur Katastrophe, denn sie erzeugen eine erhebliche Deperiostierung. Die Lebensfähigkeit des Knochens wird damit sehr in Frage gestellt". ZRUBECKY und BÖHLER empfehlen deshalb die Drahtschlingen nicht fest anzuziehen, da eine zu feste Drahtung zur Verzögerung der Bruchheilung führen könne. LANGE wies 1926 schon darauf hin, daß die Drahtschlinge die Lebenskraft des Knochens schädige und die Kallusbildung hemme. MATZEN vertritt dagegen den Standpunkt, daß genügend lange Schräg- und Spiralbrüche für diese Behandlungsmethode geeignet sind. BRUCK und MOSER empfehlen bei Längen der Frakturenden von drei bis viereinhalb Zentimetern eine Schlinge, bei größeren Längen zwei Drahtschlingen zu verwenden. Stückbrüche sollten nur, wenn sich die beiden Hauptfragmente überschneiden, durch Cerclagen versorgt werden, Splitterbrüche seien nicht geeignet.

DEHNE macht darauf aufmerksam, daß bei zu früher Biegebelastung der mit Cerclagen versorgten Frakturen Ernährungsstörungen auftreten. Die Folge davon seien kalkdichte Fragmentspitzen, Offenbleiben des Bruchspaltes und Abbau der Bruchenden. Aus dem ursprünglichen Schrägbruch werde ein Querbruch und es komme zu einer Wucherung des periostalen Kallus. MATZEN fordert größte Zurückhaltung in der Anwendung von Cerclagen bei jugendlichen Patienten. Er rät auch ab mehr als zwei Schlingen zu verwenden, da nie eine stabile Osteosynthese, sondern immer nur eine Adaption zu erreichen sei. Deshalb müsse das Bein solange ruhiggestellt werden, bis röntgenologisch nachweisbar eine knöcherne Festigung erfolgt sei.

WONDRAK berichtet von 54 % Pseudarthrosen nach Drahtcerclagen. Die Indikation zur ausschließlichen Drahtumschlingung wird heute bei langen Röhrenknochen nur noch selten gestellt. In der Chirurgischen Universitätsklinik München wurden im Zeitraum vom

1. 1, 51 bis 31, 12, 62 insgesamt 94 Drahtumschlingungen vorgenommen unter denen sich auch eine Oberschenkelfraktur befand, Aus einer Statistik von STRÖLE geht hervor, daß dabei im Jahre 1951 der Eingriff 18 Mal vorgenommen wurde, während er 1961 nur noch zweimal indiziert erschien, wodurch eine eindeutig rückläufige Tendenz dokumentiert ist.

2. Der Rush-pin

Fast gleichzeitig mit der Entwicklung der stabilen Osteosynthese durch Nagelung (KÜNTSCHER) veröffentlichte RUSH die Ergebnisse einer dynamischen Osteosynthese. Während er die Marknagelung als statische Methode ansieht, handelt es sich bei der Rush-pinnung um eine dynamische Methode. KÜNTSCHER bezeichnet die Elastizität und Biegsamkeit des Osteosynthesematerials für seine Methode als Nachteil, während die Gebrüder RUSH diese Materialeigenschaften für die elastische bzw. dynamische Verspannung des Pins in der Markhöhle begrüßen, vor allem einen hohen Elastizitätsmodul. Die elastische Energie wird erzeugt durch Biegung und Druck gegen die innere Kortikalisfläche, der auf beide Fragmente verteilt sein muß und im Bruchbereich sein punctum maximum haben soll. Die Stabilität ist dabei abhängig von der Lage und Dicke des Pins, seiner Biegung, der Wahl des Einschlagortes und des Einschlagwinkels. Die schlittenförmige Spitze des Pins ermöglicht ein Gleiten entlang der Kortikalis ohne Durchbohrung. Das umgebogene Ende dient zur Orientierung über die Lage der Spitze und zur Führung sowie der stabilen Fixation in der Kortikalis.

Die Literatur bestreitet einmütig, die universelle Anwendbarkeit der Rush-pinnung und lehnt sie zur Behandlung von Schafffrakturen ab (HACKETHAL, MAURATH, MÜLLER u. a.). Für BÜRKLE de la CAMP und HACKETHAL ist das Rush-pin-Verfahren hinsichtlich seiner Stärke und der Möglichkeit der Schaffung stabiler Verhältnisse mit dem Marknagel nach KÜNTSCHER nicht zu vergleichen. HACKETHAL weist aber auf die Doppel-nagelung nach Rush für gelenknahe Brüche positiv hin.

Eine Verkürzung der Gesamtbehandlungszeit wird nach Berechnungen von BERNHARD

gegenüber einer konservativen Therapie nicht erreicht. MAURATH erfuhr bei der Behandlung von 70 Fällen nach RUSH, daß die Behandlung sogar länger als bei den bisherigen Methoden dauerte, weist auf die Gefahr der Pseudarthrosenbildung durch Distraction der Fragmentenden hin und mahnt zur Zurückhaltung bei der Anwendung an Schaftfrakturen. Eine Stabilität sei nur durch Gipsverband und lange Ruhigstellung möglich.

3. Die Marknagelung

KÜNTSCHER empfahl erstmalig 1940 auf dem Deutschen Chirurgentag die Marknagelung. Viele namhafte Chirurgen bezweifelten, ob sich diese Operationsmethode bei dem erheblichen Operationsrisiko durchsetzen könne, und ob überhaupt eine stabile Osteosynthese möglich sei. Durch umfangreiche Berechnungen und Versuche konnten KÜNTSCHER und PAUWELS die Stabilität der Marknagelung nachweisen. Der Marknagel ist als innere Schiene aufzufassen. Er füllt die Markhöhle aus und stabilisiert durch Formschüssigkeit mit der Kortikalis. KÜNTSCHER: "Damit wird der Grundsatz der dauernden und absoluten Ruhigstellung verwirklicht". Da die Fraktur als stabil zu erachten ist, kann frühzeitig die Betätigung aller Gelenke einsetzen.

Grundsätzlich werden heute zwei verschiedene Marknägel verwendet: Der Küntschernagel, der ein kleeblattähnliches Profil aufweist, und der Marknagel der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese, der aus einem geschlitzten Rohr besteht, dessen proximales Ende geschlossen und dessen distales Ende fast geschlossen, und der gemäß der Femurkrümmung leicht gebogen ist. HERZOG empfiehlt noch einen Nagel, der besonders die Forminkongruenz zwischen Nagel und Markkanal berücksichtigt und interessant erscheint; Zur Schließung dieser Forminkongruenz werden durch die Seitenschlitze eines Rohrschlitznagels entweder vor dem Eingriff Drähte durchgeflochten, so daß eine wellenförmige Oberfläche des Nagels entsteht, oder es werden, in situ, vom Nagellumen her gekrümmte Drähte in die Spongiosa, oder wenn möglich bis in die Kompakta hindurchgeschoben. In anderen Fällen, besonders bei Stückbrüchen, bei denen kein Formschluß zu erreichen ist, werden die Drähte mit Hilfe eines Zielgerätes mittels percu-

taner Bohrung durch im Nagel befindliche Querlöcher gebohrt. HERZOG: "Auf diese verschiedenen Weisen wird eine Verbindung zwischen dem Nagel und dem Knochen selbst erreicht, die weit über die Festigkeit hinausgeht, die durch einen einfachen Nagel erreicht wird. Insbesondere wird die Rotation der Fragmente verhindert oder stark herabgesetzt".

Die Erfüllung zweier Forderungen sind nach BÖHLER u. a. für die Marknagelung unerlässlich:

a. Der Marknagel muß der mechanischen Beanspruchung gewachsen sein.

Die mechanische Festigkeit des Marknagels steigt mit der vierten Potenz seines Querschnittes. Da nun die Markhöhle einen geringeren Querschnitt als der ganze Knochen hat, ist der Marknagel hinsichtlich seiner Festigkeit dem Knochen gegenüber im Nachteil (KÜNTSCHER). Nach PAUWELS Berechnungen wird der Knochen normalerweise aber nur zu einem Siebtel seiner Festigkeit beansprucht. Der Marknagel garantiert somit eine ausreichende Stabilität. Da der Nagel in Richtung des Kraftflusses liegt, ist die Beanspruchung im Vergleich z. B. zur Schenkelhalsnagelung geringer. Die Festigkeitsgrenzen gegen Anscherung oder Biegung werden nicht erreicht (KÜNTSCHER). KÜNTSCHER beschreibt nur einen einzigen Fall einer Marknagelverbiegung, nach einem Sprung aus sehr großer Höhe.

b. Die absolute Ruhigstellung muß während der gesamten Heilungszeit garantiert sein.

Der elastische Sitz, der auch nach anfänglicher Knochenresorption anhält, wird beim Küntschernagel wie auch beim AO-Nagel durch Annäherung der Schenkel gegeneinander und einer dadurch entstehenden Querschnittsverringerung des Markkanals erreicht. MÜLLER: "Die Elastizität des Küntschernagels läßt hier gegenüber dem AO-Nagel zu wünschen übrig". Diese Querelastizität ist der einzige Faktor, der die elastische Verklebung hervorrufen kann, da der Elastizitätsfaktor des Knochens sehr gering und beim Einschlagen des Marknagels sehr bald überschritten wird, zumal die Knochenresorption den Markkanalsdurchmesser bis um einige Millimeter erweitern kann.

Die Längsfederung des Nagels ist gering. Nach KÜNTSCHER wird die physiologische Antekonvexität des Femur durch den Marknagel ausgeglichen. Axiale Druckkräfte werden erst nach dem Abbau des Druckes im Markkanal und unter Belastung wirksam, was zum Einstauchen der Fraktur führt (HÄBLER). Nach SALEM entstehen hier bei nicht absolut fixierten Frakturen instabile Verhältnisse. Bei nicht senkrecht zur Kraft liegenden Bruchebenen und nicht verklemmtem Marknagel treten schädliche Schub-, Quer- und Verbiegungskräfte auf. Diese können eine Pseudarthrose nach sich ziehen (wenn jeder Punkt an den Knochenenden einer aus allen Richtungen auftretenden Beanspruchung unterliegt) (KÜNTSCHER).

Da die absolute Fixation bei der Marknagelung angezweifelt wird, sind viele zusätzliche Fixationsmethoden entwickelt worden. WEIGAND empfiehlt einen dünneren Marknagel und eine zusätzliche Schienung von außen. MATHISEN verstärkt den Muskelmantel des Oberschenkels durch einen Heftpflasterverband. BÖHLER hingegen ist der Meinung, daß zusätzliche Mittel wie Streck- und Gipsverbände nur nach schlechter Indikationsstellung und mangelnder Technik nötig werden. Solche Unzulänglichkeiten können aber nicht der Methode zugeschrieben werden. MAATZ berichtet über 173 geschlossene Oberschenkelbrüche aus der Kieler Klinik. Hier wurde die Indikation bewußt sehr weit gestellt, um die Grenzen des Verfahrens abzustecken. Dabei mußten in folgenden Fällen (= 20,4 %) zusätzliche Fixationsmittel verwendet werden:

- 7 x Beckengips (= 4,2 %)
- 8 x Gipsschienen (= 4,8 %)
- 2 x Laschenstreckung (= 1,2 %)
- 5 x Gehgips (= 3 %)
- 11 x Drahtextension (= 7,2 %)

GRIESSMANN und SCHÜTTEMEYER erlebten bei 35 geschlossenen Brüchen folgende instabile Osteosynthesen (= 17,1 %)

- 2 x bei Brüchen im mittleren Drittel
- 3 x bei ausgedehnten Stückbrüchen
- 1 x bei zu dünnem Marknagel.

Eine zusätzliche Extension empfiehlt BÖHLER nur bei Drehbrüchen im oberen Drittel mit langem Drehkeil, da durch den Muskelzug eine Verkürzung und Abknickung möglich sei. Grundsätzlich sollten diese Brüche nur in Ausnahmefällen mit einem Marknagel versorgt werden. Eine zusätzliche Gipsbehandlung wird nur bei einem zu kurzen Marknagel angewandt (BÖHLER), um eine Anknickung zu verhindern.

Bei der Pseudarthrosenbehandlung des Oberschenkelchaftes wird die Marknagelung von allen Autoren als Methode der Wahl anerkannt. Die überwiegende Mehrheit ist zu der Überzeugung gelangt, daß bestimmte Bruchformen am Oberschenkelchaft für die Marknagelung reserviert bleiben müssen (BÖHLER, FRANZ, ALLGÖWER, WILLENEGGER, GRIESSMANN, SCHÜTTEMEYER, HÄBLER u. a.). Alle Quer- und kurzen Schrägfrakturen, sowie Stückbrüche in der Schaftmitte stellen die Indikation zur Marknagelung dar. Trümmer-, lange Schräg- und Spiralbrüche erscheinen MAATZ und SALEM weniger geeignet, da sie mit der Extension bessere Ergebnisse erzielen.

Auch die doppelseitige Marknagelung am Femur wird empfohlen. So berichtet SALEM von drei Fällen doppelseitiger einzeitiger Marknagelung. Er weist auf die Zweckmäßigkeit der einzeitigen Durchführung hin, da wegen des nach der ersten Operation meist auftretenden Resorptionsfiebers zu lange gewartet werden müsse, und der Eingriff an einem alten Bruch schwieriger sei. Die Behandlung eiternder Brüche ist auch heute noch sehr umstritten. MATHISEN, SALEM, BÖHLER u. a. sehen bei eitrigen Brüchen eine Gegenindikation zur Marknagelung. BÖHLER befürchtet eine später auftretende Osteomyelitis, MAATZ glaubt, daß durch den Marknagel die Ausdehnung der Eiterung besonders begünstigt wird. Dieser ablehnenden Einstellung stehen eine Anzahl positiver Erfahrungen gegenüber: SCHRECKENBACH sieht die Marknagelung bei Infektion als ideale Kombination von exakter Ruhigstellung und Drainage. Er weist allerdings ausdrücklich darauf hin, daß sämtliche Hautnähte entfernt werden müssen. REICH konnte nachweisen, daß die Ergebnisse infizierter Frakturen nach der Marknagelung besser als nach jeder konservativen Therapie waren. KÜNTSCHER selbst ist bei frischen infizierten hoch fieberhaften Brüchen mit der Marknagelung sehr zurückhaltend. Eine Marknagelung sei dann angezeigt, wenn Temperatur und Blutsenkung zur Norm abgefallen sind. Außerdem müssen Bruchstelle und Einschlagstelle weit geöffnet bleiben. Bei 129 derart durchgeführten Frakturbehandlungen trat kein einziger Todesfall auf.

Autoren	Zahl	Beh.,-Meth.	Krks.,-aufenth. (in Tagen)	Erstbelastg. nach Tagen	Gesamt.,-beh. Zeit (in Tagen)
Griessmann u. Schüttem.	35	ged. MN	40	24	40
Maatz	156	ged. MN	65	36	123
Böhler mit NV	-	ged. MN	45,8	-	191
ohne NV	-	ged. MN	30	-	167
Brav	20	off. MN	115	38	---
Weygand einf. Fr.	11	off. MN	56	-	70
kompl. Fr.	5	off. MN	98	-	105
Lempert	19	off. MN	60,7	-	---

Tabelle 1: Dauer des Krankenhausaufenthaltes, Gesamtbehandlungszeit und Erstbelastung
in Tagen nach offener und gedeckter Küntscher-MN.

Autoren	Zahl	Beh.,-Meth.	vers. AT	durchschnittl. Erwerbsmin. %	Dauerrenten %
Maatz einf. Fr.	156	ged. MN	-	33,3	4,6
kompl. Fr.	10			-	10,0
Lempert	19	off. MN	161,7	26,0	20,0
Weygand einf. Fr.	11	off. MN	98	-	0
kompl. Fr.	5	off. MN	140	-	0

Tabelle 2: Erwerbsminderung, Dauerrenten in % und versäumte Arbeitstage nach der MN.

4. Der Kompressionsnagel

Durch geringgradige Modifikation des Küntschernagels und Anwendung eines in longitudinaler Richtung auf die Frakturflächen wirkenden, dosier- und ablesbaren Druckes kommt ein vollständig neues Prinzip der Nagelosteosynthese zur Anwendung. Es handelt sich dabei um den Kompressionsnagel nach KAESSMANN, bei dessen Anwendung die Stabilität der Fraktur noch besser garantiert werden kann; zudem sind mangelnder Paßsitz oder eine Verbreiterung des Frakturspalt es nicht mehr zu befürchten.

Es handelt sich um einen Marknagel, an dessen distalem Ende die ursprünglich für Ausklinkdrähte vorgesehenen Schlitz e aufgebohrt sind. Der Nagel ist der Länge nach von einem Spanndorn durchsetzt. An seinem distalen Ende trägt er einen sich dem kleeblattförmigen Querschnitt des Nagels anpassenden Anker mit einer Querbohrung. Auf dem proximalen Ende des Dorns, der um ein entsprechendes Maß länger ist als der Nagel selbst, sitzt feststellbar ein mit einer Stellschraube versehenes Widerlager. Zur Führung des Spanndornes dient ein Handgriff, der eine perforierende Längsbohrung aufweist und sich durch eine Stellschraube auf dem Dorn fixieren läßt. Das Zielgerät zum Anbringen der Querschraube im distal gelegenen Anker besteht aus einem mit Gewinde versehenem Bügelteil, auf dem sich ein Gegenhalter mit Hilfe einer Führungsbüchse und einer Nutschienung führen läßt. Die beiden Teile weisen an ihren vorderen Enden eine Bohrung auf; die lichte Weite des Bügels kann durch eine Stellmutter verändert werden. Durch eine Spannvorrichtung kann dosierbarer Druck erzeugt werden, der sich in der Größenordnung von 30 bis 60 Kilogramm als ausreichend erwiesen hat.

Als Vorteile dieser Operationsmethode werden angegeben:

- a. Das Aufbohren der Markhöhle ist nicht mehr im bisherigen Maß erforderlich.
- b. Das Operationstrauma kann in vielen Fällen relativ gering gehalten werden, durch Vermeidung des operativen Eingriffes direkt am Frakturspalt.
- c. Die absolut mechanische Ruhigstellung erfolgt durch Anwendung dosierbaren Druckes.
- d. Die schmerzfreie Frühbelastung kann, außer bei Trümmerbrüchen erreicht werden.

- e. Eine Verminderung der Pseudarthrosenquote kann erwartet werden, da durch den kontinuierlich einwirkenden Druck keine stärkeren Zugkräfte während des Gehvorganges mehr zur Wirkung kommen.
- f. Die Rotationsstabilität ist gewährleistet durch die durch das Nagelende und körperferne Bruchstück laufende Schraube, sowie durch das am Nagelkopf angebrachte Widerlager.
- g. Das Wandern des Nagels innerhalb der Markhöhle, sowie ein Drehen um dessen Längsachse, ist nicht mehr möglich, da er an seinem oberen und unteren Ende mit dem Knochen fest vereinigt ist.

KAESSMANN berichtet von einem 17-jährigen Patienten, der 8 Tage nach der Versorgung mit dem Kompressionsnagel am Oberschenkel frei belasten konnte. Es bestand uneingeschränkte Beweglichkeit in Hüft- und Kniegelenk.

5. Die Kompressionsosteosynthese mit Druckplatten

Die bisher bekannten Druckplatten nach DANIS mit eingebauter Druckschraube, die Schlittenplatte von DESENFANS, die Längsspaltenplatte nach EGGER und die BICKEL-Platte mit ovalen Löchern, haben alle den Nachteil, daß der Druck nicht dosiert werden kann, und daß Zusatzvorrichtungen die Implantatmasse vergrößern und damit die Gefahr der Korrosionsmöglichkeit erhöhen (MÜLLER). Die 1958 entwickelte AO-Platte hat an ihren Enden horizontal liegende Löcher, an denen eine temporäre Spannvorrichtung angebracht werden kann.

Am Femurschaft können folgende AO-Platten zur Anwendung kommen:

- | | |
|---------------------|---|
| Die schmale Platte: | sie ist leicht bombiert, 3,5 Millimeter dick und 11 Millimeter breit, die Schraubenlöcher weisen konische Einsenkungen auf, die Löcherzahl beträgt 2 bis 16. |
| Die breite Platte: | sie ist ebenso leicht bombiert, 7 Millimeter dick und 16 Millimeter breit, die Löcherzahl beträgt 5 bis 20, die Schraubenlöcher weisen ebenfalls konische Einsenkungen auf. |

Die Platten werden am Knochen zunächst am kürzeren Fragment, nach Vorschneiden der Gewinde für die Kortikalisschrauben am Knochen, befestigt. Um eine möglichst gute Stabilisierung einer Oberschenkelfraktur zu erreichen, wurden zwei senkrecht zueinander stehende breite Platten verwendet. Diese Methode ist verlassen, da es sich zeigte, daß eine Platte zur Erreichung stabiler Verhältnisse vollkommen ausreichend ist und sich jede weitere Materialimplantation ungünstig auf die Frakturheilung auswirkt. Von Bedeutung ist beim Anlegen von einer Platte, daß diese unbedingt in der Verlängerungsachse des Schenkelhalses, also über der linea aspera oder unmittelbar ventral davon angebracht wird, um eine Zugwirkung zu erzielen.

Das Indikationsgebiet erstreckt sich auf subtrochantäre, proximale und distale Schaftbrüche. MÜLLER hält die Verschraubung von Schaftfrakturen für absolut kontraindiziert und empfiehlt die AO-Platte oder den physiologisch gekrümmten Nagel. Nach BUCHHOLZ sind die AO-versorgten Brüche sofort übungstabil; bei Oberschenkelfrakturen rät er jedoch zur Zurückhaltung gegenüber den Druckplatten und zieht den Marknagel vor. Er weist darauf hin, daß heute noch keine ausreichende Zahl von Spätergebnissen vorliegt. BRISKIN erlebte bei 4708 mit Metallschienen versorgten Frakturen 38 Mal Brüche der Implantate, CERZEN nach 1305 Operationen sieben Plattenbrüche und BITKA bei 57 Patienten. BRISKIN untersuchte daraufhin die Metalle und konnte durch Labormessungen nachweisen, daß die Implantate härter und spröder geworden waren.

VI. Die postoperative Behandlung

1. Verband und Lagerung

Grundsätzlich werden bei allen operativ versorgten Oberschenkelfrakturen Saugdrainagen nach REDON angelegt, die nach 36 bis 48 Stunden wieder entfernt werden. Die Lagerung der Extremität soll auf einer Schiene erfolgen; nur bei Instabilität wird die Lagerung auf einer Gipslonguette durchgeführt. Zur Verhinderung einer postoperativen Kniestreckkontraktur soll das Kniegelenk rechtwinkelig gebeugt werden (MÜLLER). MÜLLER weist darauf hin, daß seit der Verwendung der Schaumgummischiene keine Peroneuslähmung mehr beobachtet werden konnte und lehnt deshalb die Lagerung auf der Braunschens Schiene ab.

2. Übungstherapie

Die frühzeitige passive und vor allem aktive Belastung der verletzten Extremität zur Vermeidung trophischer Schäden und Störungen gilt als einer der großen Vorteile des operativen Vorgehens und stellt eine Grundforderung der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese dar. Nach MÜLLER soll bereits am ersten postoperativen Tag nach Möglichkeit systematisch geübt werden. Bei einer Marknagelung soll nach einer Woche krankenhymnastisch nachbehandelt werden, obwohl manche Patienten bereits einige Stunden nach dem Eingriff in der Lage sind die versorgte Extremität aktiv zu bewegen (KÜNTSCHER). Kinder können manchmal direkt postoperativ ohne wesentliche Behinderung ihrem Spiel nachgehen. KÜNTSCHER empfiehlt alle durch Pneumonie gefährdeten Patienten aufstehen zu lassen und ist grundsätzlich für eine frühe Funktionsanforderung, da seiner Ansicht nach die Beanspruchung, d. h. das Zusammenpressen der Fraktur, ein wesentlicher Reiz für die lebende Zelle des Knochens ist, die reparativen Vorgänge zu induzieren. BÜRKLE DE LA CAMP lehnt ebenso wie BÖHLER die Frühbelastung ab und führt sie grundsätzlich nicht durch. Nach ihrer Meinung sind

überschießender Kallus, verzögerte Heilung und Pseudarthrosenbildung Folgen einer zu frühen Mobilisation. Es wird deshalb gefordert nach der Marknagelung eine Immobilisation von drei bis vier Wochen einzuhalten. EBHARDT unterstützt diese Meinung dadurch, daß er aus Sicherheitsgründen, vor allem wegen der schlecht zu beurteilenden Kallusverhältnisse, eine späte Belastung anrät. FISCHER-WASELS gibt zu bedenken, daß sich der Marknagel bei zu früher Belastung lockern könnte, während SALEM mehr an die Gefahr des Marknagelbruches denkt. Eine zu zeitige Belastung führt nach MATHISEN zu einer parossalen und endostalen Reizung und dadurch zu verzögerter Heilung.

3. Die Materialentfernung

Nach MÜLLER werden Nägel, Platten und Schrauben bei jüngeren Patienten nach Abschluß der Konsolidierung schon deshalb entfernt, weil sie unphysiologische Zug- und Druckspannungen auf den Knochen ausüben, was nach den Wolff'schen Gesetzen eine Änderung der inneren Struktur des Knochens zur Folge hat. Solange der Knochen durch Platten oder Schrauben fixiert bleibt, kann er somit weder seine normale innere Struktur noch seine frühere Elastizität wieder gewinnen. Außerdem können in allen Fällen mit der Zeit Korrosionsschäden an den Implantaten auftreten. Nur bei älteren Patienten in schlechtem Allgemeinzustand wird das Osteosynthesematerial belassen, es sei denn, die Patienten verspüren Beschwerden.

MÜLLER weist darauf hin, daß grundsätzlich vor der Materialentfernung eine vollständige Konsolidierung festgestellt werden muß. Dies ist nicht immer leicht zu beurteilen (speziell nach Osteosynthese mit zwei Platten könnten bei Mehrfragmentbrüchen die Durchblutungsverhältnisse so stark gestört sein, daß zunächst nur die Entfernung einer Platte vorgenommen werden dürfte).

Bezüglich der Marknagelentfernung hat sich die Tendenz durchgesetzt, die sichere röntgenologische Heilung abzuwarten (MÜLLER) und sogar bewußt zu überschreiten (SALEM, MATZEN). Nach SALEM kann es aufgrund eines zu lange liegenden Marknagels bei

Kindern und Jugendlichen zur Osteomyelitis kommen. BÖHLER und MAATZ berichten über Fälle von Marknagelwandern. KÜNTSCHER hält die Korrosion des Nagels für unerheblich, da er frühzeitig von Bindegewebe umgeben werde. BÖHLER entfernte bei 95 Marknagelungen (1941 - 1948) den Nagel in 47 Fällen nach acht Monaten, in 13 Fällen verweigerten die Patienten nach einem Jahr den Eingriff. In Ausnahmefällen kann der Marknagel auch früher entfernt werden (GRIESSMANN und SCHÜTTEMEYER). MAATZ entfernte den Nagel durchschnittlich nach viereinhalb Monaten. Bei infizierten Frakturen muß wegen der verlangsamten Heilungstendenz mit der Materialentfernung lange gewartet werden (KÜNTSCHER).

Kommen Cerclagen in Kombination mit einer Marknagelung zur Anwendung, so ist der Draht frühzeitig, etwa nach sechs bis zehn Wochen zu entfernen.

GRIESSMANN und SCHÜTTEMEYER veröffentlichten den einzigen Todesfall als Folge einer Materialentfernung. Sie erfolgte ein Jahr nach beidseitiger zufriedenstellender Oberschenkelfrakturbehandlung; der Eingriff gestaltete sich wegen des tiefliegenden Nagels sehr kompliziert; der Trochanter mußte aufgemeißelt werden. Im weiteren Verlauf entwickelte sich ein Hüftgelenksempyem, das eine Incision notwendig machte. Der Patient kam unter dem Bild einer Sepsis bei gleichzeitiger Oberschenkelphlegmone ad exitum.

VII. Die Behandlung pathologischer Femurschaftfrakturen

Da die gute pflegerische Betreuung einer pathologischen Oberschenkelfraktur fast nicht durchführbar ist, wird die Marknagelung bei der Versorgung als Methode der Wahl angesehen. Ohne oder mit Ausräumung des Tumors wird eine Stabilisierung durch die innere Schienung vorgenommen. Bestehende Knochendefekte können durch Acrylharzpräparate (z. B. PALACOS) ausgefüllt werden (IDELBERGER, SALEM). Dadurch kann eine Sofortmobilisierung der Patienten erreicht werden. Die operative Hülsenmethode nach HERRMANN hat sich nicht durchgesetzt. Die Marknagelung hat den Vorteil, daß die Knochenmetastase oder Knochengeschwulst radikal im Gesunden entfernt werden kann und die Fragmente anschließend stabilisiert werden können. Bei Solitärmetastasen besteht nach Radikaloperation des Primärtumors und operativem Ersatz des metastatisch veränderten Knochenstückes durch Palacos sogar die Chance einer Dauerheilung (SCHEUBA). Eine Unverträglichkeit des Kunststoffes wurde bisher nicht beobachtet. SCHEUBA berichtet von einer Patientin mit einer pathologischen Fraktur am Femurschaft, die aufgrund dieser Behandlung bereits eine Woche nach der Operation mit Stock und zwei Wochen danach ohne Stock gehen konnte.

VIII. Die Behandlung kindlicher Femurschaftfrakturen

Aufgrund der breiten Erfahrungen, daß kindliche Knochen in einem ganz erstaunlichen Maße Dislokationen ad longitudinem bis zu drei Zentimetern, ad latum um ganze Knochenbreite bei halbwegs erhaltener Längsachse ausgleichen können, fordern WEBER, WONDRAK, HEIZEL u. a. die konservative Therapie für kindliche Frakturen.

WONDRAK mahnt zur strengen Kritik bei der Indikation zur operativen Behandlung kindlicher Femurfrakturen, wie sie von LISZAUER und GARA empfohlen wird. Die Gefahr der Rotationsdislokation kann bei der konservativen Therapie verhindert werden, wenn der von WEBER eigens für kindliche Femurfrakturen entwickelte Extensionsverband verwendet wird. Dieser erlaubt eine Korrektur der Verdrehung. Es wird bei 90 Grad abgewinkeltem Hüft- und Kniegelenk extendiert. Die von HEIZEL überprüfte Heftpflasterextension hat niemals Wachstumsstörungen oder Gelenkfunktionsstörungen ergeben, sollte aber nur bei Kindern bis zu acht Jahren verwendet werden. Femurfrakturen älterer Kinder sollten Drahtextendiert werden. ALLGÖWER weist darauf hin, daß bei wachsenden Knochen die Heilung rasch vor sich geht und außerdem die Gefahr dauernder Gelenkstörungen durch Immobilisation so gering ist, und Operationsindikation aus medizinischen Gründen bei erhaltenen Epiphysenfugen kaum je gestellt werden muß.

SZENTPETERY und PAPP vertreten den Standpunkt, daß kindliche Schaftfrakturen nicht unbedingt exakt reponiert werden müssen, aufgrund des Wolff'schen Gesetzes der Transformation, welches besonders hier zur Geltung komme. Sie empfehlen bei Kindern bis zu einem Jahr den Gipsverband, bis zu sieben Jahren die Extension durch einen Zinkleimverband in Schede-Lage und bei älteren Kindern die Extension, ebenso durch einen Zinkleimverband, in Semiflexionslage.

WONDRAK berichtet, daß in der CSSR 1965 immer noch 5 % aller Chirurgen kindliche Brüche prinzipiell mit der Marknagelung behandeln, während nur 13 % diese Indikation grundsätzlich ablehnen.

IX. Die Infektionsgefahr

Die Gefahr einer Infektion ist besonders bei offenen Frakturen gegeben. Die hierbei übliche Behandlung wurde bereits bei der Wundversorgung besprochen. Auch bei geschlossenen Brüchen ist die Gefahr einer Entzündung, vor allem wegen der auf den Gesamtorganismus schwerwiegenden Folgen, nicht zu unterschätzen. Seit Beginn der antibiotischen Ära liegen die in der Literatur vorzufindenden Angaben im Rahmen der Infektionsquoten anderer Verletzungen und Operationen, wie z. B. der Leistenbruchoperationen, bei denen Infektionsquoten bis zu 10 % angegeben werden. Nach HÄBLER und BÖHLER soll die Infektion bei strenger Asepsis ganz vermeidbar sein.

MAATZ hat den Verlauf der Infektionen in vier Kategorien eingestuft (bezugnehmend auf die Marknagelung):

1. die umschriebene Ostitis an der Bruchstelle kommt nur bei komplizierten Frakturen vor; sie ist selten. Bei ihrem Auftreten ist sie meist mit der
2. nagelspezifischen Markraumentzündung vergesellschaftet.
3. Die ausgedehnte Ostitis; eine traumatische Osteomyelitis nach der Marknagelung.
4. Die Osteomyelitis bei wachsenden Patienten, die der hämatogenen Osteomyelitis vollkommen gleicht und keine septische Pyämie hervorruft, also auf den Knochen beschränkt bleibt.

Die Literatur weist reichlich Daten über die Häufigkeit von Wundinfektionen bei einfachen Femurschaftfrakturen nach offener und gedeckter Marknagelung auf:

Autor	Pat.-Zahl	Infekt. %	Knochenbeteiligung %
Griessmann u. Schüttemeyer	35	5,8	--
Häbler	471	3,0	1,3
Maatz	163	5,5	1,2
Böhler	58	1,7	--

Tabelle 3: Geschlossene Marknagelungen frischer gedeckter Frakturen und deren Infektionsquoten.

Autor	Pat.-Zahl	Infekt. %	Knochenbeteiligung
Häbler	775	10,3	1,6
Lempert	21	4,7	4,7
Brav	77	2,6	--
Weygand	11	18,1	--

Tabelle 4: Offene Marknagelungen frischer gedeckter Frakturen und deren Infektionsquoten.

MAATZ gibt bei 159 Oberschenkelfrakturen 5,7 % Infektionen an der Einschlagstelle des Küntschernagels an, die zu 1,8 % aller Fälle auf die Bruchstelle übergingen. KNOCH und DOMINOK erlebten bei 4,9 % aller mit Metallimplantaten versorgten Fälle Infektionen mit Knochenbeteiligung nach operativem Vorgehen und 2 % nach konservativer Therapie.

Im Schrifttum über die Femur-Marknagelung besteht heute die einheitliche Auffassung, daß der Marknagel eine ungünstige Auswirkung auf die Entwicklung der Infektion darstellt. Als Begründung werden die stabile Fixation und die Drainwirkung des Nagels bei eröffnetem Einschlagloch angegeben. HÄBLER erlebte bei 40 stabilen Verhältnissen nie eine Infektion, während GOLLASCH ein Fortschreiten der Entzündung bei keinem seiner Fälle sah. KÜNTSCHER beobachtete eine gefährliche Infektion bei zu dünnem Nagel. Dies entspricht der Erfahrung, daß ein locker liegender Fremdkörper die Infektion begünstigen kann. Ein festsitzender Nagel soll im Verlauf einer Infektion nicht entfernt werden, da durch die zusätzliche Instabilität die Infektion gefördert werden kann.

Die Gefahr der Phlegmone im Knochenmark wird bei der Marknagelung abgelehnt, da durch den Nagel ein Abflußweg geschaffen ist. In der Literatur konnte kein Fall einer Knochenmarksphlegmone gefunden werden.

X. Komplikationen durch den Metallfremdkörper

Die Auswirkungen des Fremdkörpers können morphologischer, mechanischer, chemischer, physikalisch-chemischer und biologischer Natur sein. Eine Möglichkeit ist, daß das Implantat durch Korrosion, Verrostung, Verbiegung oder Bruch zu Komplikationen führt, die andere, daß Knochen und Weichteile, sowie das Regenerationsvermögen des Organismus geschädigt werden; man spricht dabei von Metallosen.

NICOLE, der als erster metallurgische Fragen wissenschaftlich untersuchte, wies darauf hin, daß eine günstige physiologisch-mechanische Konstellation und fehlende Metallschäden Grundvoraussetzungen für gute Ergebnisse seien. LANGE hatte schon 1926 hervorgehoben, daß die geringen Gewebsreaktionen auf Kruppstahl für seine Erfolge zum größten Teil verantwortlich waren. Die Stähle V2A, V4A (= AISI 316 nach amerikanischer Norm) und Vitallium zeigen bisher das am meisten indifferente Verhalten gegenüber menschlichem Gewebe. Das Reaktionsvermögen wird bei diesen Metallen durch Bildung von schwerlöslichen Chromverbindungen stark herabgesetzt. KOLTUNOW stellte im Rahmen einer tierexperimentellen Arbeit Untersuchungen bezüglich der intraossären Fixation des Femur mit E Ja-1T-(russische Norm) Stahlstiften fest, daß das Metall keinesfalls eine Verzögerung der Bruchheilung verursacht, sondern lediglich eine mechanische Zerstörung der Mark- und Knochenbälkchen bei der Implantation. BRUSSATIS und MÜLLER heben hervor, daß der V4A-Stahl durch Zusatz von Molybdän noch korrosionsfester als normaler V2A- oder 18/8-Stahl ist.

Stahlart	C	Cr	Ni	Mo	W	Co	Mg+Si
V2A	0,12	18	8	-	-	-	--
V4A	0,12	18	8	2,5	-	-	--
Vitallium	--	27	1	+	++	57	--
AO-Implant.	0,06	17,5	12	2,5	-	-	3

Tabelle 5: Implantationsstähle und deren Zusammensetzung.

STRAUMANN und STEINEMANN haben die verschiedenen metallurgischen und biologischen Reaktionen tabellarisch zusammengefaßt. Dabei unterscheiden sie:

- a) eine allgemeine bzw. endogen bedingte Reaktion, die allein auf der Tatsache beruht, daß sich der Fremdkörper in einem korrosiven Medium befindet.
- b) eine Reaktion des Metalls auf exogene Faktoren, worunter die besonderen biochemischen Einflüsse (schwankendes pH, ungleiche O_2 -Pelüftung) und ungünstige mechanische Belastungen zu verstehen sind;

Endogene Faktoren der Korrosion

mechanische und biologische Folgen

Unedles Metall

I. Korrosion

Instabilität der Passivschicht

Spaltkorrosion

Lokalströme: verschied. Metalle,
verformtes Metall,
"Metalltransfer" durch
unedles Werkzeug.

Kontaktkorrosion

Reibkorrosion

Lochfraß (= spez. Eigenschaft d.
rostfreien Stahles)

Materialfehler

Spannungskorrosion

Ermüdungskorrosion

Gewaltbruch

Exogene Faktoren der Korrosion

I. Besondere Bedingungen im

II. Metallose

Gewebemilieu

Schädigung wegen Verdrängung durch zu
großes Implantat, Imprägnation des Ge-
webes, Vitalitätsminderung

Zeitlich und örtlich wechselndes pH
 O_2 -Differenz

II. Ungünstige mechanische Belastung

III. Lockerung, Schwächung oder Zusammen-
bruch des Implantates als Kraftträger

Tabelle 6: Korrosionsformen und deren Folgen.

Physikalisch-chemisch entsteht die Korrosion durch Ausbildung von anodischen und kathodischen Bereichen an der Metalloberfläche, zwischen denen in der Elektrolytlösung der Körpersäfte elektrische Ströme fließen. Auflösung des Metalls an den anodischen Bereichen bzw. Abscheidung oder elektrische Umladung von Elektrolytbestandteilen an den kathodischen Bereichen sind die Folgen wobei

- a) in stark saurem Milieu unter Entladung von H^+ -Ionen elektrisch neutrales Gas entsteht (Wasserstoffkorrosionstyp).

b) in leicht alkalischem Milieu durch Verbindung von Sauerstoff mit Wasser es zur Bildung von OH^- -Ionen kommt (Sauerstoffkorrosionstyp).

Die Ausbildung solcher Lokalelemente reicht von atomaren bis zu sichtbaren Dimensionen.

Nahezu alle Metalle besitzen einen aktiven korrosionsfreundlichen und einen passiven korrosionsfeindlichen Zustand. Der passive Zustand wird verursacht durch eine ca. 30 Atomabstände betragende Deckschicht des Implantates, welche vermutlich durch eine echte chemische Verbindung von Sauerstoff und dem Metall gebildet ist, die lückenlos den Fremdkörper überzieht. Sobald ein solches Metall in lebendes Gewebe gebracht ist, wehrt sich das Metall gegen die einsetzende Korrosion durch spontane Repassivierung der Deckschicht, und zwar umso stärker, je edler das Metall ist.

XI. Marknagelung und Blutbildung

Jede Marknagelung stellt eine beträchtliche Verletzung der Markhöhle dar. Ob eine Störung der Blutbildung eintreten kann, wird in der Literatur gegensätzlich beurteilt. KÜNTSCHER u. a. verneinen eine negative Auswirkung auf das Blutbild, während RAISCH von einer nicht zu beeinflussenden Anaemie berichtet, die erst nach der Entfernung des Nagels zurückging. Nach einer Untersuchung von SCHÜTTEMEYER an Hand eines umfassenden Untersuchungsgutes, traten bei 11 % aller mit dem Marknagel versorgten Patienten Anaemien auf, was dem Durchschnittswert aller Operationen entspricht. Fälle von Dauerschäden sind in der Literatur nicht zu finden.

XII. Die Gefahr der Fettembolie

Ätiologie und Pathogenese der Fettembolie liegen trotz vieler experimenteller und klinischer Arbeiten bis heute im Dunkeln. Die Theorie der mechanischen Fetteinschwemmung wird immer mehr in Frage gestellt, nachdem sich wesentlich größere Fettmengen in der Lunge nachweisen ließen, als jemals in einem Femur festgestellt worden sind (MÖRL). KRÖNKE sieht die Pathogenese in einer Lipaseentgleisung. Den Anstoß dazu stellen geringe Mengen freien Fettes dar, die vom Frakturspalt in die Blutbahn gelangen. Bei der Erschöpfung der Kompensationskapazität durch Lipasebildung kann der stabile Emulsionszustand des Fettes gestört sein, und freies Fett aus den Depots gelöst werden. Als auslösende Ursache der Fettembolie nimmt man den initialen Schock an und wertet das Ereignis der Fettembolie als Ausdruck einer unterlassenen oder ungenügenden Schockbekämpfung. Arbeiten von FUCHSIG zeigten, daß im hämorrhagischen Schock das Fett aus den Depots mobilisiert wird und direkt über den Ductus thoracicus ins rechte Herz einströmt. Weitere Untersuchungen ergaben, daß bei der Fettembolie eine Verschiebung des latenten Gerinnungspotentials zur thromboplastischen Seite stattfindet.

Die Symptome der Fettembolie im kleinen Kreislauf sind die des Schockzustandes: Unruhe, Cyanose, Dyspnoe, Temperatursenkung und flacher beschleunigter Puls. Die Fettembolie im großen Kreislauf wird klinisch erst nach einem freien Intervall von wenigen Tagen manifest; die Kennzeichen sind Verwirrtheit, Angst, motorische Unruhe, hohes Fieber und manchmal subjektive Sehstörungen.

Beim Bruchgeschehen kann es nach MAATZ, KÜNTSCHER und HÄBLER zur klinisch manifesten Fettembolie nur bei multiplen Frakturen kommen,

Die erhöhte Gefahr der Fetteinschwemmung in die Blutbahn bei der Marknagelung haben KÜNTSCHER und REHM untersucht. KÜNTSCHER stellte fest, daß der Druck in der Markhöhle durch schnell aufeinanderfolgende Hammerschläge beim Eintreiben des Spießes über den Venendruck ansteigen kann. Er fordert deshalb kurze Pausen zwi-

schen den einzelnen Hammerschlägen. Nach REHM erfolgt beim Einschlagen des Nagels im proximalen Drittel nur eine unerhebliche Drucksteigerung, jedoch beim Schlag auf den Nagel im mittleren Drittel eine momentane Drucksteigerung, die das fünffache des normalen betragen kann. Im Gegensatz dazu fällt die Druckerhöhung im distalen Drittel nicht auf den Ausgangswert zurück, sondern nimmt mit jedem Schlag zu. Da Blutentnahmen aus der Vena femoralis keine Fettbestandteile aufweisen, muß die Druckerhöhung als Fettemboliegefahr in Frage gestellt werden. Auch transosseale Venographien, bei denen Kontrastmittel zur Frakturstelle floß und im Hämatom liegen blieb, fielen negativ aus. GOETZKE sieht die Gefahr in den Spongiosavenen, die wenig kollabierfähig sind und deshalb eine Saugwirkung aufweisen. KÜNTSCHER lehnt die Saugwirkung als Ursache für die Fettembolie als zu gering ab.

Die Statistiken von tödlichen Fettemboliën nach operativer Versorgung des Bruches sowie über die klinisch manifesten Symptome der Fettembolie geben keine eindeutige Auskunft über die Ursache.

Es ist bekannt, daß die Kieler Klinik seit 1947, nachdem sie Schlußfolgerungen aus einigen Fehlschlägen gezogen hatte und die Indikation bezüglich der Küntschernagelung hinsichtlich ihres Zeitpunktes neu festlegte, keine klinisch manifeste Fettembolie mehr erlebte. SCHRECKENBACH sieht in der operativen Stabilisierung des Bruches eine Verhinderung weiterer Fettembolieschübe. Nach Meinung anderer Autoren tritt nach jeder Marknagelung eine Fetteinschwemmung auf, wie auch nach anderen Operationen (HÄBLER), die aber bedeutungslos sein kann (GRIESSMANN, SCHÜTTEMEYER). Sie kann bei der Marknagelung zu einer tödlichen Komplikation werden, wenn durch eine vorangegangene geringe Fettembolie eine Vorschädigung stattfand. Die Reposition bringt oft eine erhebliche Verstärkung der Fetteinschwemmung mit sich. Fettemboliën können auch allein durch Erschütterungen, großflächige Quetschungen und Prellungen entstehen (RIBBERT).

KÜHNE liefert dazu statistisches Material: von 991 Trümmerfrakturen kamen 69 ad exitum. Bei der Obduktion wurde 14 Mal in der Lunge und dreimal im Gehirn Fett gefunden. Die klinische Diagnose der Fettembolie erfolgte nur sieben Mal. Bei vier

Todesfällen von 96 Verletzten mit Prellungen aber ohne Zeichen einer Fraktur, konnte in jedem Fall in der Lunge Fett nachgewiesen werden. Diese Ergebnisse decken sich mit den Erfahrungen WILLENEGGER, der klinisch manifeste Fettembolien nur vor der chirurgischen Behandlung beobachtete.

Zur Verhinderung der Fettembolie raten MAKOWSKY und KRAFT zur Blutdrucksenkung, um ein Durchtreten der Fetttröpfchen durch die Lunge, und damit die Hirnembolie, zu verhindern. Ganz im Gegensatz dazu steht MÖRL, der die Volumensauffüllung des Kreislaufes und die medikamentöse Anhebung des Blutdruckes fordert. MÖRL setzt sich außerdem für die Verabreichung des Proteinaseinhibitor Trasylol^R mit seiner blutdruckstabilisierenden Wirkung ein, da er in einer umfangreichen Untersuchung beobachten konnte, daß bei prophylaktischer Anwendung das Auftreten einer Fettembolie verhindert werden kann und bei therapeutischer Gabe die manifeste Fettembolie günstig beeinflußt werden kann.

Angaben in der Literatur über tödlich verlaufene Fettembolien:

BÖHLER	3,9 %	nach kons. Therapie	
HÄBLER	2,5 %	nach Marknagelung	
ZENKER	0,5 %	nach Marknagelung	
SENFF	10,0 %	nach Marknagelung	
DUBROW	0,3 %	nach Marknagelung	zit. nach TSCHERNAWSKI
GERZEN	0,6 %	nach Marknagelung	
MAATZ	1,9 %	nach Marknagelung	

C. Eigenes Krankengut

Dieser Arbeit liegen Beobachtungen an 139 Oberschenkelchaftfrakturen bei 136 Patienten zugrunde, die sich in der Zeit vom 1. 1. 1960 bis 31. 12. 1967 in der Chirurgischen Universitätsklinik München in stationärer Behandlung befanden.

I. Überblick

	MÄNNLICH		GESAMT		WEIBLICH	
	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%
10-20	16	11,8	22	16,2	6	4,4
21-30	30	22,1	38	27,9	8	5,9
31-40	13	9,6	17	12,5	4	2,9
41-50	9	6,6	11	8,1	2	1,5
51-60	9	6,6	16	11,8	7	5,1
61-70	7	5,1	14	10,3	7	5,1
71-80	4	3,0	17	12,5	13	9,6
81-90	-	--	1	0,7	1	0,7
	88	64,8	136	100,0	48	35,2

Tabelle 7: Alters- und Geschlechtsverteilung der 136 Patienten.

Seitenverteilung der 139 Frakturen

Rechts		Links	
geschlossene Fr.	offene Fr.	geschlossene Fr.	offene Fr.
64	4	62	9

Drei Patienten erlitten beidseitige Femurfrakturen; es handelte sich in allen drei Fällen um geschlossene Brüche. 126 Brüche, das entspricht 90,6 %, waren geschlossen

und 13 Frakturen, das entspricht 9,4 %, waren offen.

Art der Brüche	Zahl	%
Querbrüche	50	36,0
Schräg- od. Spiralbr.	33	23,7
Trümmerbrüche	20	14,4
Biegungsbrüche mit Teilaussprengungen	35	25,2
Kein Befund	1	0,7
	139	100,0

Der Patient, bei dem bezüglich der Art und Höhe des Bruches keine Befunde vorliegen, kam zwei Stunden nach der Klinikeinweisung ad exitum.

Frakturhöhen	Zahl	%
Proximales Drittel	33	23,7
Mittleres Drittel	82	59,1
Distales Drittel	22	15,8
Multipel	1	0,7
Kein Befund	1	0,7
	139	100,0

Verletzungsursachen (Es wurde Bezug genommen auf die Anzahl der Patienten: 136).

Verkehrsunfälle	98	72,1
Unfälle im Haus	10	7,3
Arbeitsunfälle	4	3,0
Sportunfälle	4	3,0
Schußverletzungen	1	0,7
Pathologische Frakturen	10	7,3
Pseudarthrosen	1	0,7
Suicidversuche	2	1,5
Unbekannte Bruchursachen (nicht eruierbar)	6	4,4
	136	100,0

Unter den 98 Patienten, die bei Verkehrsunfällen ihre Femurschaftfrakturen erlitten, waren 21 Personen, die als Fußgänger verletzt wurden und 77 Personen, die mit motorisierten Fahrzeugen verunglückten. 78,5 % aller im Straßenverkehr erlittenen Femurschaftfrakturen sind auf Auto- oder Motorradunfälle zurückzuführen. Bei den restlichen 21,5 % handelt es sich vorwiegend um ältere Personen, die auf der Straße beim Gehen oder Aussteigen aus einem Fahrzeug stürzten.

Anzahl und Arten der Nebenverletzungen

	Zahl	%
1. keine Nebenverletzungen	49	36,1
2. Geringe Hautverletzungen	20	14,7
3. Gehirnerschütterungen	11	8,1
4. Ausgedehnte Verl. ohne weitere Knochenbrüche	1	0,7
5. Knochenbrüche am Kopf mit Gehirnerschütterung	1	0,7
6. Knochenbr. am Rumpf od. Extr. ohne Gehirnersch.	24	17,6
7. Knochenbr. am Rumpf od. Extr. mit Gehirnersch.	5	3,7
8. Knochenbr. am Kopf ohne Gehirnersch.	4	3,0
9. Schock u. multiple Fr. am ganzen Körper mit Gehirnersch.	1	0,7
10. Schock u. mult. Fr. am ganzen Körper ohne Gehirnersch.	7	5,1
11. Schock u. multiple Fr. mit Verl. innerer Organe	4	3,0
12. Schweres Schädelhirntrauma mit Hemiparese	4	3,0
13. Gefäßverl. am frakt. Bein	2	1,5
14. Gefäßverletzung am frakt. Bein und weitere Extr.-frakt.	1	0,7
15. Perforierende Augenverletzung	1	0,7
16. Schock ohne weiteren Verletzungen	1	0,7
	136	100,0

Operative Methoden:	Zahl	% d. operativ versorgten Frakt.	% aller Frakturen
Küntschernagelung	78	59,5	56,1
AO-Plattung	43	32,8	30,9
AO-Nagelung	3	2,3	2,2
Rush-pinnung	2	1,5	1,4
Herzog-Nagelung	4	3,1	2,9
Hackethal-Nagelung	1	0,8	0,7
	131	100,0	94,2

Konservative Methoden:	Zahl	% der konserv. beh. Frakt.	% aller Frakturen
Kons. Beh. Brüche	5	62,5	3,6
Nur erstversorgte Brüche	3	37,5	2,2
	8	100,0	5,8

Tabelle 8: Verteilung der Behandlungsmethoden.

Von 139 Frakturen wurden 131 (= 94,2 %) durch eine operative Behandlungsmethode versorgt, während nur acht Frakturen (= 5,8 %) konservativ behandelt wurden. Von diesen erlebten drei nur eine konservative Erstversorgung. Weitere Maßnahmen konnten wegen des schlechten Allgemeinzustandes der Patienten nicht erfolgen, die nach zwei Stunden, neun Stunden und zwei Monaten ad exitum kamen. Eine effektive konservative Behandlung erfolgte demnach lediglich in fünf Fällen, das entspricht 3,6 % aller Frakturen.

Von den genannten Fällen wurden 24 in auswärtigen Kliniken operativ oder konservativ versorgt und kamen erst später in die Chirurgische Universitätsklinik München.

	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	Summe
Küntscher	2	1	5	11	8	10	13	9	11	8	78
AO-Platte	--	--	--	--	--	1	4	16	16	6	43
AO-Nagel	--	--	--	--	--	--	--	--	--	3	3
Hackethal	--	--	--	--	--	--	1	--	--	--	1
Rush-pin	--	1	--	--	--	1	--	--	--	--	2
Herzog-N.	--	--	--	--	2	2	--	--	--	--	4
Konservat.	--	--	--	2	--	--	1	1	--	1	5
Erstvers.	--	--	--	3	--	--	--	--	--	--	3
Gesamt	2	2	5	16	10	14	19	26	27	18	139

Tabelle 9: Zeitliche Verteilung der Behandlungsmethoden.

Die vier Fälle aus den Jahren 1958 und 1959 wurden in das Krankengut mit einbezogen, weil deren Materialentfernung in den zu bearbeitenden Zeitraum fielen. Es ist also nicht abzuleiten, daß 1958 und 1959 insgesamt nur drei Küntschernagelungen und eine Rush-pinnung vorgenommen wurden!

II. Offene Oberschenkelchaftfrakturen

In genanntem Zeitraum wurden 13 Patienten mit 13 offenen Oberschenkelchaftfrakturen stationär behandelt. Diese Zahl entspricht 9,4 % aller behandelten Frakturen und 9,6 % aller Patienten.

Behandl. Meth.	Zahl	Geschl.		Alter bzw. Durchschn. - A.
		m.	w.	
Küntscher.-N.	7	4	3	31
AO-Platte	4	4	-	29
Herzog-N.	1	1	-	56
Konservativ	1	-	1	63

Tabelle 10: Behandlungsmethoden bei den offenen Femurschaftfrakturen,
Geschlechtsverteilung und Durchschnittsalter.

1. Durch den Küntschernagel versorgte offene Schafffrakturen

Bei den sieben durch Küntschernagelung versorgten offenen Brüchen handelt es sich um vier Männer und drei Frauen im Alter zwischen 21 und 50 Jahren. Bei fünf Patienten sind Nebenverletzungen aufzuweisen:

Schock mit Extremitätenbrüchen	2 x
Schock mit Kopf- und Extremität.-br.	2 x
Schweres Schädelhirntrauma	1 x
Die Seitenverteilung ist: links : rechts	6 : 1

Die Brucharten waren eine Trümmerfraktur, drei Schräg- oder Spiralbrüche, eine Biegefraktur mit Aussprechung und zwei Querfrakturen. Fünf Brüche waren im mittleren Drittel, je einer im distalen und proximalen Drittel lokalisiert. Neben ei-

dem Arbeitsunfall waren die Verletzungen bei sechs Verkehrsunfällen entstanden. Die einzige Trümmerfraktur unter diesen Fällen mußte 14 Wochen nach der Küntschernagelung mit einer AO-Platte neu versorgt werden. Die Besprechung des weiteren Verlaufes dieser Fraktur erfolgt deshalb unter dem Kapitel "Durch AO-Platten versorgte offene Schaftfrakturen".

Behandlungsergebnisse

Die Wundheilung post operationem erfolgte in allen Fällen per primum. Die Dauer des Klinikaufenthaltes für die Operation betrug im Durchschnitt elf Wochen. Der Nagel wurde bisher nur bei zwei Patienten nach acht und 13 Monaten entfernt, was jeweils einen einwöchigen Krankenhausaufenthalt notwendig machte. Die Erstbelastung erfolgte im Durchschnitt nach elf Wochen. Die operative Versorgung der Frakturen wurde nur zweimal primär durchgeführt; wegen schlechtem Allgemeinzustand war der Eingriff in zwei Fällen erst nach drei und 14 Wochen möglich. Zwei weitere Patienten wurden nach sieben- und fünfzehnwöchiger auswärtiger konservativer Behandlungsversuche in der Münchner Universitätsklinik mit dem Küntschernagel versorgt.

Arbeitszeitverlust

21 Wo. 1 x

11 Wo. 1 x

15 Wo. 2 x

17 Wo. 1 x

10 Wo. 1 x

Durchschnitt 14, 8 Wo.

Nachbehandlungsdauer

6 Wo. 1 x

10 Wo. 1 x

11 Wo. 2 x

12 Wo. 2 x

Durchschnitt 10,3 Wo.

Sport

vorher

nachher

-

-

-

-

+

-

+

+

+

+

+

+

Bei keinem der Fälle besteht eine Verkürzung der frakturierten Extremität. Ein Patient verlor durch den Unfall 50 % seiner Arbeitsfähigkeit. Dieser Verlust steht nicht in direktem Zusammenhang mit der Femurschaftfraktur sondern den multiplen Nebenverletzungen.

2. Durch AO-Platten versorgte offene Schaftfrakturen

Bei den vier durch AO-Platten versorgten Brüchen handelt es sich um Männer im Alter von 18, 25, 30 und 44 Jahren. Als Nebenverletzungen traten einmal Gefäßzerreißen nach Schußverletzung, zweimal Schock mit geringen Hautverletzungen und einmal weitere Frakturen am Fuß der gleichen Seite auf. Die Seitenverteilung rechts zu links ist 1 : 3. Es handelte sich um drei Trümmerfrakturen und einen Schrägbruch, zweimal im mittleren und je einmal im distalen und proximalen Drittel des Femurschaftes, nach einer Schuß-, einer Arbeits- und zwei Verkehrsverletzungen.

Behandlungsergebnisse

Die Krankenhausaufenthaltsdauer der Patienten für die Operation betrug in drei Fällen zwei und in einem Fall drei Monate. Die Wundheilung verlief in allen Fällen per primum. Die Materialentfernung erfolgte bisher nur bei einem Patienten nach 24 Monaten und erforderte einen erneuten Klinikaufenthalt von vier Wochen. Die Erstbelastung der versorgten Extremitäten erfolgte im Durchschnitt nach zwölf Wochen. Als Komplikationen stellten sich je einmal ein Sudecksyndrom und einmal ein Schraubenbruch ein. Bei einem der Patienten handelt es sich um einen Landstreicher, dessen weitere Genesung nicht mehr verfolgt werden konnte und in den folgenden Daten unberücksichtigt bleiben muß.

Arbeitszeitverlust	Arbeitsfähigkeitsverlust (%)
6 Mo. 1 x	70 % 1 x
16 Mo. 1 x	20 % 1 x
10 Mo. 1 x	- -

Durchschnitt 10,7 Mo.

Nachbehandlungsdauer	Sport	
	vorher	nachher
2 Mo. 1 x		
6 Mo. 1 x	-	-
16 Mo. 1 x	+	-
Durchschnitt 8 Mo.	+	+

Verkürzung

cm	orthop. Ausgleich
3,5	+
2	+
1	-

Bei einem Patienten mußte eine vorübergehende Berufsumschulung vorgenommen werden, bei einem weiteren eine dauernde.

Ein weiterer Fall mußte 14 Wochen nach einer Küntschnagelung mit einer AO-Platte neu versorgt werden, weil unstabile Verhältnisse im Bruchbereich aufgetreten waren. Es handelt sich um eine 24 Jahre alte Patientin mit einer Trümmerfraktur, einem doppelten Schädelbasisbruch mit Hemiparese und weiteren Frakturen an der linken Hand. Nach der Versorgung mit dem Küntschnagel war eine Osteomyelitis mit Fistelung aufgetreten; hinzu kam eine beidseitige Nephrolithiasis. Nach zweimaliger AO-Plattung mit Fistelausträumung in jeweils 24-wöchigen Zeitabständen mußte fünf Wochen nach dem letzten Eingriff wegen einer Refraktur erneut eine AO-Platte angelegt werden, wobei gleichzeitig eine Spongiosaplastik vorgenommen wurde. Die Osteomyelitis bestand bis zur endgültigen Materialentfernung zwölf Monate nach der letzten Implantation. Die Erstbelastung erfolgte acht Wochen nach dem letzten Eingriff. Es besteht eine Verkürzung der betroffenen Extremität um 3,5 Zentimeter, die durch einen orthopädischen Schuh ausgeglichen werden mußte. Die Patientin war zum Zeitpunkt des Abschlusses dieser Arbeit noch arbeitsunfähig. Die dauernde Arbeitsunfähigkeit wurde bereits mit 80 % festgesetzt. Sportliche Betätigungen sind trotz neunmonatiger krankengymnastischer Nachbehandlung unmöglich geworden. Es bestehen erhebliche Bewegungseinschränkungen im Knie- und Hüftgelenk, sowie Muskelatrophie auf der betreffenden Seite.

3. Die durch den Herzognagel versorgte offene Schaftfraktur

Die Versorgung der durch einen Verkehrsunfall entstandenen Mehrfachfraktur eines 56 Jahre alten Patienten mit einem Herzognagel erfolgte zusammen mit der Anlagerung von Knochentransplantaten. Ende 1967, das entspricht knapp vier Jahren nach der Operation war die Konsolidierung noch nicht abgeschlossen. Die Verkürzung der betroffenen Extremität beträgt drei Zentimeter. Als Komplikation stellte sich eine reversible Fibularisparese ein. Der Patient klagte bei der Nachuntersuchung über erhebliche Belastungsschmerzen.

4. Die konservativ versorgte offene Schaftfraktur

Es handelt sich um einen in Trümmer gebrochenen Femurstumpf einer 63-jährigen Patientin, die zu Hause gestürzt war. Die Indikation für ein operatives Vorgehen erschien deshalb nicht für gegeben. Es konnte eine ausreichende Konsolidierung der Fraktur erreicht werden.

III. Geschlossene Oberschenkelchaftfrakturen

In genanntem Zeitraum wurden 126 geschlossene Frakturen bei 123 Patienten stationär behandelt. Diese Zahlen entsprechen 90,6 % aller Frakturen und 90,4 % aller Patienten. Als Behandlungsmethoden kamen dabei zur Anwendung:

Beh.-Methode	Zahl	% aller Frakt.	% d. geschl. Fr.	Alter bzw. Durchschnittsalter d. Patienten
Küntscher-N.	71	51,0	56,3	37
AO-Platte	39	28,0	30,9	48
AO-Nagel	3	2,2	2,4	47
Rush-pin	2	1,4	1,6	39
Herzog-N.	3	2,2	2,4	38
Hackethal-N.	1	0,7	0,8	23
Kons. Th.	4	2,9	3,2	57
Nur Erstvers.	3	2,2	2,4	36
	126	90,6	100,0	

Tabelle 11: Behandlungsmethoden bei geschlossenen Femurschaftfrakturen, prozentuale Anwendung und Durchschnittsalter der Patienten

1. Durch Küntschernägel versorgte geschlossene Frakturen

Es handelt sich um 71 Küntschernagelungen bei 68 Patienten. Drei Patienten erlitten also beidseitige Femurschaftfrakturen.

Alter	männl.	%	gesamt	%	weibl.	%
10-20	8	11,7	13	19,1	5	7,4
21-30	15	22,0	22	32,4	7	10,3
31-40	6	8,8	9	13,2	3	4,4
41-50	5	7,4	5	7,4	-	-
51-60	4	5,9	6	8,8	2	2,9
61-70	4	5,9	7	10,3	3	4,4
71-80	1	1,5	6	8,8	5	7,4
	43	63,2	68	100,0	25	36,8

Tabelle 12: Alters- und Geschlechtsverteilung der 68 Patienten

Seitenverteilung der 71 Frakturen

Es handelte sich insgesamt um 43 rechtsseitige und 28 linksseitige geschlossene Femur-schaftfrakturen, die durch den Küntschernagel operativ versorgt wurden. Bei den Männern war die Seitenverteilung rechts zu links 28 : 17, bei den Frauen 15 : 11.

Verteilung der Brucharten	%	
Querbrüche	36	50,7
Schräg- od. Spiralbr.	16	22,6
Trümmerbrüche	4	5,6
Bieigungsbr. mit Teilausspr.	15	21,1
	71	100,0

Verteilung der Verletzungsursachen der 68 Patienten

Verkehrsunfälle	50	73,6
Unfälle i. Haus	3	4,4
Arbeitsunfälle	1	1,5
Sportunfälle	3	4,4
Patholog. Brüche	8	11,7
Suicidversuche	2	2,9
(Sprünge aus großer Höhe)		
Unbekannte Bruchursachen	1	1,5
(nicht eruierbar)		
	68	100,0

Anzahl und Arten der Nebenverletzungen bei den 68 Patienten

1. Keine Nebenverletzungen	28	41,1
2. Geringe Hautverletzungen	9	13,2
3. Gehirnerschütterungen	8	11,7
4. Ausgedehnte Verletzungen ohne weiteren Knochenbr.	1	1,5
5. Knochenbrüche am Kopf ohne Gehirnerschütterung	4	5,9
6. Knochenbrüche am Kopf mit Gehirnerschütterung	1	1,5
7. Knochenbrüche am Rumpf od. Extr. ohne Gehirnersch.	9	13,2
8. Knochenbrüche am Kopf od. Extr. mit Gehirnersch.	1	1,5
9. Schock u. multiple Frakturen am ganzen Körper ohne Gehirnersch.	4	5,9
10. Schock u. multiple Frakt. mit Verletzung innerer Organe	1	1,5
11. Gefäßverletzung am frakt. Bein	1	1,5
12. Gefäßverletzung am frakt. Bein und weitere Extr.-brüche	1	1,5
	68	100,0

Bemerkungen zum operativen Vorgehen

Von den 71 Brüchen wurden sechs ohne Eröffnung des Bruchspaltes, also durch die sogenannte geschlossene Küntschernagelung versorgt. Bei den restlichen 65 Femurschaftfrakturen wurde der Bruchspalt eröffnet, also die sogenannte offene Küntschernagelung vorgenommen. Dabei mußten bei zehn Brüchen zusätzlich Drahtcerclagen angelegt werden und zwar in sechs Fällen je zwei Schlingen und in vier je drei. Einmal erfolgte eine Fragmentbefestigung zusätzlich mit einer Chromcatgutschlinge. 15 Patienten erlebten außerhalb der Chirurgischen Universitätsklinik München die operative Versorgung und kamen später zur Materialentfernung oder wegen auftretender Komplikationen in die Universitätsklinik (Einzelheiten siehe Kapitel: Komplikationen).

Krankenhausaufenthalt für die Operation

Von den 68 Patienten sind hierzu nur 65 anzuführen, da drei von ihnen mit pathologischen Frakturen 10, 13 und 35 Tage nach der Operation im Krankenhaus verstarben. Die sehr unterschiedlichen Aufenthaltsdauern zeigen deutlich, daß diese nicht allein von den Bruchgeschehen bestimmt waren, sondern vor allem von den vielen und schweren Nebenverletzungen.

Verteilung:

2 Wochen 1 x	13 Wochen 3 x
3 " 2 x	15 " 1 x
4 " 8 x	16 " 1 x
5 " 2 x	19 " 1 x
6 " 4 x	20 " 3 x
7 " 2 x	21 " 1 x
8 " 14 x	22 " 1 x
9 " 5 x	24 " 1 x
10 " 5 x	33 " 1 x
11 " 1 x	36 " 2 x
12 " 6 x	

Der Durchschnitt für die Dauer des Krankenhausaufenthaltes für die Nagelung beträgt 10,8 Wochen.

Zeitpunkt der Operation

Die möglichst frühzeitige operative Versorgung durch den Küntschernagel wurde grundsätzlich angestrebt. Durch die bereits angeführten Nebenverletzungen, sowie durch mißglückte konservative Behandlungsversuche in auswärtigen Krankenhäusern konnte die Operation in einigen Fällen erst relativ spät stattfinden: ein 37 Jahre alter Patient mit beidseitiger Femurschaftfraktur wurde 45 Tage nach dem Unfall mit linksseitig bereits in Fehlstellung konsolidierter Fraktur eingeliefert.

Bei der operativen Versorgung mußte dieser Bruch erst aufgemeißelt werden. Ein weiterer Patient, 68-jährig, wurde acht Monate nach dem Unfall, nach mißglückten konservativen Therapieversuchen mit der Folge einer massiven Fehlstellung, durch den Küntschernagel erfolgreich versorgt. Eine weitere Patientin wurde mit zwei (!) liegenden Küntschernägeln ohne daß selbst dadurch stabile Verhältnisse erreicht worden wären, in die Münchner Universitätsklinik eingeliefert. Die durch solch ungünstiges operatives Vorgehen erreichte Situation zwang zunächst zur AO-Plattung und später, wiederum in einem auswärtigen Haus zur erneuten, diesmal erfolgreichen Küntschernagelung zu einem Zeitpunkt der acht Monate nach dem Unfall lag. Es ergeben sich folgende Zeitpunkte für die erfolgreiche Operation durch Küntschernagelung nach dem Unfall:

am gleichen Tag	2 x	13 Tage danach	1 x
1 Tag danach	2 x	14 Tage danach	7 x
2 Tage danach	10 x	15 Tage danach	3 x
3 Tage danach	5 x	17 Tage danach	1 x
4 Tage danach	5 x	20 Tage danach	3 x
5 Tage danach	3 x	21 Tage danach	1 x
6 Tage danach	2 x	25 Tage danach	1 x
7 Tage danach	6 x	26 Tage danach	1 x
8 Tage danach	--	32 Tage danach	1 x
9 Tage danach	3 x	45 Tage danach	1 x
10Tage danach	3 x	63 Tage danach	1 x
11Tage danach	2 x	84 Tage danach	1 x
12Tage danach	1 x	241 Tage danach	2 x

Im Durchschnitt wurde die Operation 18,1 Tage nach dem Unfall durchgeführt. Unter Ausklammerung der drei bereits angeführten Fälle und eines weiteren, bei dem das operative Vorgehen vom Patienten 32 Tage lang nicht zugelassen wurde, ergibt sich ein Durchschnittswert für den Zeitpunkt der Operation von 16,8 Tagen nach dem Unfall.

Zeitpunkt des Beginns passiver Bewegungsübungen

Bei fünf Patienten kam es nicht mehr zu passiven Bewegungsübungen, da pathologische Frakturen vorlagen, und die Patienten ad exitum kamen. Bei einem weiteren Patienten mußte im Zeitraum zwischen der operativen Bruchstabilisierung und dem Beginn passiver Bewegungsübungen (= 16 Wochen) eine Unterschenkelamputation vorgenommen werden.

Bei den anderen 62 Patienten lagen die Zeitpunkte der ersten passiven Bewegungsübungen wie folgt. Die oft auffallend späten Zeitpunkte beruhen auf den erheblichen Nebenverletzungen.

Verteilung

1 Woche postop.	3 x	7 Wochen postop.	2 x
2 " "	6 x	8 " "	5 x
3 " "	14 x	9 " "	1 x
4 " "	11 x	10 " "	2 x
5 " "	10 x	11 " "	1 x
6 " "	4 x	12 " "	3 x

Im Durchschnitt setzte die krankengymnastische Therapie in Form von passiven Bewegungsübungen 4,9 Wochen nach der Küntschernagelung ein.

Zeitpunkt der ersten Teilbelastung

Die genannten fünf Patienten mit Knochentumoren sind auch hier statistisch nicht auszuwerten. Zwei weiteren Patienten mußte der gleichseitige Unterschenkel amputiert werden; sie sind deshalb statistisch ebenso uninteressant. Bei den restlichen 61 Patienten verteilen sich die Zeitpunkte der ersten Teilbelastung wie folgt.

2 Wochen postop.	1 x	12 Wochen postop.	4 x
4 " "	4 x	13 " "	3 x
5 " "	1 x	14 " "	1 x
6 " "	4 x	15 " "	3 x
7 " "	5 x	16 " "	2 x
8 " "	11 x	19 " "	1 x
9 " "	5 x	20 " "	2 x
10 " "	7 x	22 " "	1 x
11 " "	6 x		

Im Durchschnitt wurde die erste Teilbelastung der verletzten Extremität 10,0 Wochen nach der Operation vorgenommen.

Zeitpunkt der ersten Vollbelastung

Folgende Fälle müssen statistisch unberücksichtigt bleiben: Fünf Patienten mit Knochentumoren; zwei Patienten mit gleichseitiger Unterschenkelamputation; ein Patient, bei dem das Operationsergebnis so ungünstig war, daß eine Vollbelastung nicht mehr in Frage kam.

In die Statistik gehen demnach 60 Patienten ein, bei denen die Vollbelastung der fraktureierten Extremitäten wie folgt durchgeführt wurde

6 Wo. postop.	1 x	20 Wo. postop.	4 x
10 " "	1 x	22 Wo. postop.	1 x
11 " "	2 x	23 " "	1 x
12 " "	9 x	24 " "	7 x
13 " "	3 x	25 " "	2 x
14 " "	4 x	27 " "	1 x
15 " "	5 x	29 " "	1 x
16 " "	11 x	30 " "	1 x
17 " "	2 x	32 " "	1 x
19 " "	1 x	36 " "	1 x
		40 " "	1 x

Im Durchschnitt wurde die Vollbelastung 18,0 Wochen nach der Operation durchgeführt.

Komplikationen

Die Komplikationsrate bei den durch den Küntschnagel versorgten geschlossenen Femurschaftfrakturen beträgt, bezogen auf die Anzahl der Patienten, 26,5 %, bezogen auf die Anzahl der Brüche 25,5 %.

Als Komplikationen traten auf:

Osteomyelitis	7 x
Fadenfistel	2 x
Sudeck	2 x
Pseudarthrosen	1 x
Infektion an der Extensionsdrahtstelle	1 x
Postoperative Allgemeininf.	1 x
Lockerung des Nagels	1 x
Lungeninfarkt	1 x
Mangelnde Bruchstabilisierung	1 x
Fraktur am versorgten Knochen (nicht in ehem. Bruchbereich)	1 x

Beschreibung der Fälle mit Komplikationen

Fall 1: Bei dem 24 Jahre alten Patienten trat eine Osteomyelitis im Bereich des Trochantermassives auf. Nach zweimaliger Ausräumung und Drainage kam die Entzündung zum Stehen.

Fall 2: An der Einschlagstelle des Küntschnagels im Trochanterbereich, sowie an der Tibiaeinschlagstelle, wo ebenso ein Bruch operativ versorgt wurde, mußte eine Osteomyelitis bei dem 22-jährigen Patienten dreimalig in auswärtigen Krankenhäusern behandelt werden. Nach der Materialentfernung kam die Osteomyelitis zum Stillstand.

- Fall 3: Nach der Küntschernagelung in einem auswärtigen Krankenhaus bildete sich bei dem 17 Jahre alten Patienten eine schwere Osteomyelitis mit Sequesterbildung, die eine dreimalige Fistelrevision erforderte, wobei einmal eine Sequestrotomie durchgeführt werden mußte.
- Fall 4: Die 21-jährige Patientin wurde von einem auswärtigen Krankenhaus mit zwei (!) liegenden Küntschernägeln in die Universitätsklinik eingewiesen. Es lagen keine stabilen Verhältnisse vor. Die Nägel wurden entfernt und zwangen zur AO-Plattung. Nach drei Monaten brach diese, bei angeblich normaler Belastung. Wieder auswärts erfolgte erneut eine Küntschernagelung, die p. p. zur Heilung führte.
- Fall 5: Bei dem 34 Jahre alten Patienten trat ein Jahr nach der Versorgung mit dem Küntschernagel in einem auswärtigen Hause eine Fisteleiterung auf. Eine zweimalige Revision, wobei einmal ein Sequester von 3 bis 4 Zentimeter Länge entfernt werden mußte, zeigte vorübergehende Besserung. Die Fistel besteht zur Zeit noch.
- Fall 6: 21 Jahre alter Patient; Anamnese wie Fall 5.
- Fall 7: Bei einem 22-jährigen Patienten trat an drei Stellen des Femur Fistelung auf. Nach Fistelrevisionen, Knochenmuldung und Antibiotikapломbe heilten die Wunden bis auf einen kleinen Hautdefekt reizlos ab.
- Fall 8: Vier Jahre nach dem Unfall und der Operation in einem auswärtigen Krankenhaus kam es bei dem 73 Jahre alten Patienten zur Fistelung und Sequesterbildung. Zweimalige intensive Behandlung, die jeweils einen zweimonatigen Krankenhausaufenthalt erforderte, zeigte einen guten Erfolg. Die Osteomyelitis ist bisher nicht mehr aufgeflackert.
- Fall 9: Bei dem 19 Jahre alten Patienten trat postoperativ ein Fieberschub auf. Der Verdacht auf eine Lungenembolie bestätigte sich nicht. Nach Gabe von Antibiotika stellte sich innerhalb von zwei Tagen die Normaltemperatur ein.

- Fall 10: Nach gleichseitiger und gleichzeitiger Unterschenkelamputation, stellte sich acht Monate postoperativ eine kniegelenksnahe Y-Fraktur ein, die konservativ erfolgreich behandelt werden konnte.
- Fall 11: Eine Periostitis mit Sydecksyndrom bestand bis sechs Monate nach der Küntschernagelung bei einem 20-jährigen Patienten.
- Fall 12: Bei einem 66 Jahre alten Patienten lockerte sich drei Monate nach der OP der Marknagel und rief starke Schmerzen hervor. Der Nagel mußte nachgeschlagen werden.
- Fall 13: Ein Fadengranulom trat postoperativ bei einem 26-jährigen Patienten auf.
- Fall 14: Vier Monate nach der Küntschernagelung kam es bei einem 26 Jahre alten Patienten zu einer Lungenembolie links basal. Der Verlauf war ungefährlich.
- Fall 15: Bei der 25 Jahre alten Patientin trat an der tibialen Extensionsdrahtstelle eine Infektion auf, die schnell beherrscht werden konnte.
- Fall 16: Nach geschlossener Küntschernagelung kam es bei einem 18 Jahre alten Patienten zu einer Pseudarthrosenbildung, die in einem auswärtigen Krankenhaus mit einem dickeren Marknagel und Spanverpflanzung versorgt wurde. Sechs Tage nach der ersten Marknagelung trat ein Lungeninfarkt auf mit sanguinolentem Sputum und hohem Fieber. Zwei Wochen später war der Patient wohl auf.
- Fall 17: Eine Fadenfistel in Narbenmitte entstand postoperativ bei einem 58-jährigen Patienten. Sie konnte gut und schnell beherrscht werden.
- Fall 18: Ein starker lokaler Sudeck am distalen Ende des proximalen Femurschaftes lateral trat bei einer 54 Jahre alten Patientin sechs Wochen nach der Nagelung auf. Das Syndrom konnte nach wenigen Wochen beherrscht werden.

Zeitpunkt der Marknagelentfernung

Bei 47 von 71 Frakturen war zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung die Materialentfernung durchgeführt.

Bei den übrigen 24 Brüchen, bei denen keine oder noch keine Materialentfernung erfolgte handelt es sich um

einen Todesfall, der nicht im Zusammenhang mit der Femurschaftfraktur steht,

fünf Brüche bei Patienten, die bereits in einem Alter stehen, in dem eine Materialentfernung nicht mehr in Frage kommt,

acht Patienten mit neun pathologischen Frakturen, bei denen, soweit diese noch nicht verstorben sind, ebenso nicht mehr mit einer Materialentfernung zu rechnen ist,

acht Frakturen, die erst in der Zeit zwischen Frühjahr 1966 bis Herbst 1967 operativ versorgt wurden und deshalb zum Zeitpunkt des Abschlusses dieser Arbeit noch nicht entnagelt waren.

Eine Patientin, die bereits im März 1963 operiert wurde, sich aber nach dem Verlassen der Klinik nicht mehr meldete und auch nicht mehr auffindig gemacht werden konnte.

Von den 47 Frakturen, bei denen die Materialentfernung durchgeführt wurde, sind 44 statistisch rechnerisch verwertbar. Die Materialentfernung wäre bei zwei Patienten erheblich später als nach zwei und drei Monaten erfolgt, wenn nicht wegen jeweils einer Osteomyelitis die Indikation zur Nagelentfernung gestellt worden wäre, wenngleich die Konsolidierung in beiden Fällen bereits ausreichend war. Bei einem weiteren Bruch mußten nach wenigen Tagen postoperativ zwei in gleichen Markkanal liegende Nägel wegen ungenügender Stabilisierung entfernt werden.

Bei den 44 rechnerisch verwertbaren Fällen verteilen sich die Zeitpunkte der Materialentfernung wie folgt:

7 Monate postop.	1 x	17 Monate postop.	1 x
8 Monate postop.	1 x	18 Monate postop.	4 x
9 Monate postop.	1 x	19 Monate postop.	2 x
10 Monate postop.	4 x	20 Monate postop.	2 x
11 Monate postop.	1 x	21 Monate postop.	2 x
12 Monate postop.	7 x	24 Monate postop.	2 x
13 Monate postop.	4 x	30 Monate postop.	1 x
14 Monate postop.	5 x		
15 Monate postop.	3 x		
16 Monate postop.	3 x		

Im Durchschnitt erfolgte die Entnagelung 15 Monate nach der Implantation.

Komplikationen bei der Materialentfernung

Fall 1: Bei dem 19 Jahre alten Patienten mußte das Trochantermassiv abgemeißelt werden um den Nagelkopf zu erreichen.

Fall 2: Die Materialentfernung gelang bei dem 20-jährigen Patienten in einem auswärtigen Krankenhaus nicht. In der Chirurgischen Universitätsklinik München erfolgte sie ohne nennenswerte Schwierigkeiten.

Dauer der Nachbehandlung

Die Nachbehandlung war zum Stichtag bei 44 Patienten (= 45 Frakturen) abgeschlossen. Die Zeiten verteilen sich wie folgt.

Im Durchschnitt betrug die Nachbehandlungsdauer 10,1 Wochen.

2 Wochen	7 x	14 Wochen	1 x
3 Wochen	2 x	16 Wochen	1 x
4 Wochen	4 x	20 Wochen	2 x
5 Wochen	4 x	28 Wochen	1 x
6 Wochen	3 x	32 Wochen	1 x
7 Wochen	4 x	104 Wochen	1 x
8 Wochen	6 x		
9 Wochen	1 x		
11 Wochen	3 x		
12 Wochen	3 x		

Sporttauglichkeit, Verkürzungen, Arbeitsfähigkeitsverluste, Arbeitszeitverluste und Berufsumschulungen.

Von 48 Patienten, die vor dem Unfall Sport betrieben, waren fünf nach Abschluß der Behandlung dazu nicht mehr in der Lage. Es handelt sich bei diesen Patienten durchwegs um Verunfallte, die zusätzlich weitere Frakturen an den Extremitäten erlitten hatten, was darauf hinweist, daß die Sportuntauglichkeit nicht allein auf das Femurbruchgeschehen projiziert werden darf.

Subjektiv und objektiv feststellbare Verkürzungen, die orthopädisch ausgeglichen werden mußten, erlebten fünf Patienten. Zweimal genügten Schuheinlagen, um die Verkürzung zu kompensieren.

Von den 68 durch die Küntschernagelung versorgten Patienten standen 51 im Berufsleben. Von diesen beziehen fünf eine dauernde Unfallrente. Der Arbeitsfähigkeitsverlust beträgt dabei je einmal 30, 40, 70 und zweimal 60 Prozent. Alle diese Patienten wiesen nach dem Unfall schwerste Nebenverletzungen auf. Der kürzeste Arbeitszeitverlust beträgt 48 Tage, der längste fünf Jahre. Im Durchschnitt beläuft sich der Verlust an Arbeitstagen auf 229 Tage, wobei unberücksichtigt blieb, daß bei acht von 51 Patienten noch keine Materialentfernung durchgeführt wurde. Bei einer Vorausberechnung von 14 Tagen Arbeitszeitverlust für die Materialentfernung bei den acht Fällen ergibt sich ein Arbeitszeitverlust im Durchschnitt von 231,2 Tagen.

Bei vier von 51 Berufstätigen mußte eine Berufsumschulung vorgenommen werden. Auch hier lagen bei allen vier Patienten schwerste Nebenverletzungen vor.

2. Durch AO-Platten versorgte geschlossene Schaftfrakturen

Es handelt sich um 39 AO-Platten bei 39 Patienten.

Alter	Männl.		gesamt		Weibl.	
	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%
10-20	4	10,2	4	10,2	-	-
21-30	9	23,0	9	23,0	-	-
31-40	3	7,7	3	7,7	-	-
41-50	1	2,6	2	5,2	1	2,6
51-60	4	10,2	8	20,3	4	10,2
61-70	2	5,2	5	12,8	3	7,7
71-80	2	5,2	7	18,2	5	12,8
81-90	-	--	1	2,6	1	2,6
	25	64,1	39	100,0	14	35,9

Tabelle 13: Alters- und Geschlechtsverteilung

Seitenverteilung

Von den 39 Brüchen waren 17 rechtsseitig und 22 linksseitig. Bei den Männern war die Seitenverteilung rechts zu links 8 : 17, bei den Frauen 9 : 5.

Verteilung der Brucharten	%	
Querbrüche	5	12,8
Schräg- od. Spiralbr.	6	15,4
Trümmerbrüche	9	23,0
Biegebungsbrüche mit Teil-		
aussprengungen	19	48,8
	39	100,0

Verteilung der Lokalisation der Frakturen		%
Proximales Drittel	13	33,8
Mittleres Drittel	12	30,8
Distales Drittel	14	35,9
	39	100,0

Verteilung der Verletzungsursachen		%
Verkehrsunfälle	26	66,6
Unfälle im Haus	4	10,2
Arbeitsunfälle	1	2,6
Sportunfälle	1	2,6
Pathologische Frakt.	1	2,6
Pseudarthrosen nach Drahtcerclagen	1	2,6
Unbekannte Bruchursachen	5	12,8
	39	100,0

Anzahl und Arten der Nebenverletzungen		%
1. Keine Nebenverletzungen	14	35,9
2. Geringe Hautverletzungen	6	15,4
3. Gehirnerschütterungen	1	2,6
4. Knochenbrüche am Rumpf oder den Extremitäten ohne Geh.-ersch.	8	20,3
5. Knochenbrüche am Rumpf oder den Extremitäten mit Gehirnersch.	4	10,2
6. Schock und multiple Frakt. am gan- zen Körper ohne Geh.-ersch.	1	2,6
7. Schock und multiple Frakt. mit Verletzung inn. Organe	1	2,6
8. Schweres Schädelhirntraume mit Hemiparese	2	5,2
9. Perforierende Augenverletzung	1	2,6

10. Schock ohne weitere Verletzungen	1	2,6
	39	100,0

Krankenhausaufenthalt für die Operation

Drei von 39 Fällen sind zur Errechnung eines Durchschnittswertes nicht zu verwenden, da

ein Patient sechs Tage postoperativ unter dem Bilde einer Lungenembolie ad exitum kam

ein Patient sich unerlaubt aus dem Krankenhaus entfernte

ein Patient wegen einer Refraktur erneut mit einer AO-Platte versehen werden mußte und sich deshalb sein Klinikaufenthalt auf 23 Wochen verlängerte.

Verteilung

3 Wochen 2 x	8 Wochen 5 x	15 Wochen 3 x
3 1/2 " 1 x	9 " 1 x	16 " 3 x
4 " 3 x	10 " 1 x	17 " 1 x
5 " 1 x	11 " 2 x	19 " 1 x
6 " 2 x	12 " 1 x	20 " 3 x
7 " 3 x	13 " " 2 x	23 " 1 x

Die Patienten befanden sich durchschnittlich 10,8 Wochen in der Klinik.

Zeitpunkt der Operation

Wegen der häufigen und schweren Nebenverletzungen erfolgte die operative Versorgung der Frakturen zeitlich sehr unterschiedlich. Grundsätzlich wurde eine möglichst frühzeitige Stabilisierung angestrebt.

In vier Fällen wurden in auswärtigen Krankenhäusern konservative Therapieversuche unternommen, die alle fehlschlagen und später in der Universitätsklinik München eine operative Versorgung erforderten. Dabei lagen

ein Patient zwei Monate (Versuch der Drahtextension)

ein Patient drei Wochen (Schienenlagerung)

ein Patient drei Monate (Versuch der Drahtextension)

In auswärtigen Kliniken, bevor sie zur Operation in die Münchner Chirurgische Universitätsklinik überwiesen wurden. Ein weiterer Patient mußte dreieinhalb Jahre nach dem Unfall wegen Pseudarthrosenbildung nach Drahtextension mit einer AO-Platte versorgt werden.

Bei den anderen Fällen ergeben sich folgende Zeitpunkte der Operation nach dem Unfall:

1 Tag	2 x	6 Tage	1 x	14 Tage	2 x
2 Tage	5 x	7 Tage	4 x	17 Tage	3 x
3 Tage	3 x	8 Tage	3 x	21 Tage	1 x
4 Tage	3 x	10 Tage	1 x	28 Tage	2 x
5 Tage	3 x	11 Tage	1 x	35 Tage	1 x

Im Durchschnitt wurde die operative Versorgung 9,1 Tage nach dem Unfall vorgenommen.

Zeitpunkt des Beginns passiver Bewegungsübungen

Soweit es der Allgemeinzustand und die Nebenverletzungen des Patienten erlaubten, wurden bereits am ersten postoperativen Tag passive Bewegungsversuche unternommen. Grundsätzlich wurde ein möglichst früher Beginn der Bewegungstherapie angestrebt.

Zeitpunkt der ersten Teilbelastung

Die erste Teilbelastung erfolgte im Durchschnitt 5,5 Wochen nach dem operativen Eingriff. Diese Zahl wurde errechnet anhand von 35 statistisch verwertbaren Fällen.

Verteilung

2 Wochen postop.	3 x	10 Wochen postop.	1 x
3 " "	4 x	11 " "	1 x
4 " "	11 x	12 " "	1 x
5 " "	7 x	15 " "	1 x
6 " "	4 x	16 " "	1 x
8 " "	1 x		

In die Errechnung des Durchschnittswertes gehen wegen verschiedener Komplikationen folgende vier Fälle nicht ein.

Ein Patient erlitt beim Unfall ein schweres Schädelhirntrauma mit Hemiparese und langandauernder Bewußtlosigkeit. Nach der Operation am frakturierten Bein erfolgte die sofortige Verlegung in die Universitätsnervenklinik, wo die Nachbehandlung des Bruches in den Hintergrund trat.

Ein Patient wurde wegen einer pathologischen Fraktur am Femur operiert und anschließend wieder auf eine internistische Krankenstation verlegt. Wegen des schlechten Allgemeinzustandes kam es nicht mehr zur Teilbelastung.

Ein Patient verstarb sechs Tage postoperativ an einer Lungenembolie.

Ein Patient wurde 14 Wochen nach der operativen Bruchversorgung an einer epigastrischen Hernie operiert und verstarb sechs Tage nach diesem Eingriff unter dem Bild einer Bronchopneumonie mit Herzkreislaufversagen.

Bezüglich der in die Errechnung des Durchschnittswertes eingehenden Fälle müssen noch zwei Hinweise erfolgen: Ein Patient erlitt, noch bevor es zur ersten Teilbelastung kam, einen Plattenbruch, der einen Plattenwechsel erforderte. Die erste Teilbelastung erfolgte relativ spät sieben Wochen nach der ersten Operation; das entspricht drei Wochen nach dem Plattenwechsel. Ein weiterer Patient erlitt zwei Wochen postoperativ

eine Refraktur wegen zu früher unerlaubter Belastung. Nach erneuter Operation mit Anlegen einer neuen Platte, wurde die erste Teilbelastung nach fünf Wochen durchgeführt. Die Zeiten zwischen jeweils dem zweiten Eingriff und der Teilbelastung wurden zur Errechnung des Durchschnittswertes verwandt.

Zeitpunkt der ersten Vollbelastung

Statistisch unberücksichtigt bleiben folgende sechs Fälle: Ein Patient kam 96 Wochen nach dem ersten Eingriff zur ersten Vollbelastung, nachdem am frakturierten Femur mehrere Plattenwechsel vorgenommen worden waren.

Ein Patient mit einer pathologischen Fraktur, kam nicht mehr zur Belastung.

Ein Patient verstarb sechs Tage postoperativ an einer Lungenembolie.

Ein Patient wurde 14 Wochen nach der Knochenoperation an einer epigastrischen Hernie operiert und verstarb sechs Tage nach diesem Eingriff.

Ein Patient erlitt, bevor eine Vollbelastung möglich war, erneut einen Unfall, bei dem er sich eine Tibiakopffraktur auf der gleichen Seite zuzog.

Ein Patient, bei dem der Zeitpunkt der Vollbelastung nicht allein von der Konsolidierung des Schaftbruches abhängig war. Dieser Patient erlitt gleichzeitig am gleichseitigen Femur eine pertrochantere Fraktur. Die Vollbelastung erfolgte hier 28 Wochen nach der Operation.

Für die 33 in die Statistik eingehenden Fälle muß noch folgender Hinweis erfolgen: Ein Patient belastete vier Wochen nach der Operation ohne ärztliche Erlaubnis das versorgte Bein voll und verließ gegen ärztlichen Rat die Klinik, ohne wieder aufzutreten. Ob aufgrund dieses Verhaltens Komplikationen auftraten, konnte nicht eruiert werden.

Verteilung

4 Wochen postop.	2 x	16 Wochen postop.	5 x
8 " "	1 x	18 " "	5 x
10 " "	1 x	20 " "	3 x
11 " "	1 x	22 " "	1 x
12 " "	3 x	32 " "	1 x
13 " "	3 x	35 " "	1 x
14 " "	1 x	36 " "	1 x
15 " "	3 x	68 " "	1 x

Die Vollbelastung erfolgte im Durchschnitt 18,0 Wochen nach der Operation.

Komplikationen

Die Komplikationsrate bei den durch AO-Plattung versorgten geschlossenen Femurschaftfrakturen beträgt 33,3 %, bezogen auf die Anzahl der Patienten, d. h. bei 13 Patienten traten im Heilverlauf Schwierigkeiten auf. Bei einigen Fällen entstanden gleichzeitig oder hintereinander mehrere Komplikationen.

Verteilung der Komplikationen

Osteomyelitis	4 x
Refrakturen	5 x
Platten- oder Schraubenbrüche	3 x
Ausbruch von Platten oder Schr.	2 x
Embolien	1 x
Peroneuslähmungen	3 x
Serumhepatitiden	1 x
Primär schlechte Stabilisierungen	1 x
Todesfälle	3 x

Beschreibung der Fälle mit Komplikationen

- Fall 1: Sieben und neun Monate nach der Plattung wurden Fistelrevisionen vorgenommen; dabei erfolgte beim ersten Mal die Plattenentfernung. Als weitere Komplikation stellte sich eine reversible Peroneuslähmung ein.
- Fall 2: Bei der Materialentfernung, die zwölf Monate nach der Implantation vorgenommen wurde, ergoß sich bereits praeoperativ aus der OP-Narbe Eiter. Es mußten zwei markstückgroße Sequester aus dem ehemaligen Bruchbereich entfernt werden. Als weitere Komplikation stellte sich eine reversible Peroneuslähmung ein.
- Fall 3: Die 75 Jahre alte Patientin wurde nach dreiwöchigem konservativem Therapieversuch durch Drahtextension in einer auswärtigen Klinik in die Münchner Universitätsklinik verlegt. Wegen des außergewöhnlich hoch liegenden Extensionsdrahtes, aus dessen Kanal sich Eiter ergoß, kam eine Künstschnage-lung nicht mehr in Frage. Sechs Tage nach der Versorgung mit einer AO-Platte kam die Patientin unter dem Bilde einer fulminanten Lungenembolie ad exitum.
- Fall 4: Drei Wochen postoperativ wurde eine Osteomyelitis festgestellt. Nach mehrmaligem Aufbrechen und Zuheilen des Fistelkanals wurde acht Monate postoperativ eine Revision vorgenommen. Danach brach der Eiterherd noch einmal auf.
- Fall 5: 18 Monate nach der Implantation der Platte (= vier Monate nach der Materialentfernung) trat bei einem 40-jährigen Patienten bei einem Sturz auf der Treppe eine Refraktur auf, die erneut eine AO-Plattung erforderlich machte. Der weitere Verlauf war komplikationslos.
- Fall 6: Bei dem 54 Jahre alten Patienten entstand zwölf Wochen nach der Operation eine Refraktur mit zusätzlichem Plattenbruch. Nach Auswechseln der Platte erfolgte 13 Monate später erneut ein Plattenbruch. Als weitere Komplikation stellte sich noch eine Serumhepatitis ein, die 22 Monate nach der ersten Operation zum Tode des Patienten führte.

- Fall 7: Vier Wochen nach dem operativen Eingriff entstand eine Refraktur am proximalen Ende der Platte. Nach erneuter Stabilisierung mußte die Platte sechs und sieben Monate danach je noch einmal erneuert werden, zuletzt wegen eines Plattenausbruches bei Bewegungsübungen.
- Fall 8: Wegen unerlaubter zu früher Belastung trat eine Refraktur auf, die einen Plattenwechsel notwendig machte.
- Fall 9: Bei der Operation des 26 Jahre alten Patienten trat plötzlich Herzstillstand auf, zu einem Zeitpunkt, zu dem die Stabilisierung des Bruches noch nicht abgeschlossen war. Die Operation mußte abgebrochen werden. Nach zunächst guter Konsolidierung der Fraktur, kam es dann doch 23 Wochen nach dem Eingriff zur Refraktur und zum Plattenbruch.
- Fall 10: Sechs Wochen nach der Operation lockerten sich beim ersten Aufstehversuch mehrere Schrauben und mußten während eines erneuten Eingriffes ersetzt werden.
- Fall 11: Wenige Tage nach der Plattung trat eine, sich später wieder zurückbildende, Peroneuslähmung auf.
- Fall 12: Bei einer 78-jährigen Patientin wurde zunächst versucht, durch mehrere Corticalisschrauben die Spiralfraktur im proximalen Drittel des Femurschaftes zu stabilisieren. Drei Wochen nach diesem Versuch mußte eine Plattung vorgenommen werden. Die weitere Heilung verlief per primum.
- Fall 13: Der 78 Jahre alte Patient wurde 14 Wochen nach der operativen Versorgung des Knochenbruches wegen einer epigastrischen Hernie erneut operiert und kam sechs Tage danach ad extum.

Zeitpunkt der Materialentfernung

Bei 26 Patienten war zum Zeitpunkt des Abschlusses dieser Arbeit noch keine Materialentfernung vorgenommen worden. Es handelt sich durchwegs um Patienten, deren Frakturen in der Zeit zwischen Ende 1965 und Ende 1967 mit einer AO-Platte stabilisiert worden waren, Drei von diesen Patienten sind inzwischen verstorben.

Bei den 13 Patienten, bei denen die Materialentfernung bereits durchgeführt wurde, verteilen sich die Zeitpunkte wie folgt:

7 Monate postop.	1 x
12 " "	2 x
13 1/2 " "	1 x
14 " "	5 x
15 " "	1 x
18 " "	1 x
23 " "	1 x
25 " "	1 x

Im Durchschnitt erfolgte die Plattenentfernung 15 Monate nach der Implantation.

Es zeichnet sich in den letzten Jahren deutlich die Einstellung ab, die Platte länger liegen zu lassen. Bei Patienten, bei denen am Stichtag, dem 30. 6. 68 noch keine Plattenentfernung vorgenommen worden war, liegt das Implantat im Durchschnitt bereits 18 Monate, wobei eine pathologische Fraktur und sieben Patienten im Alter über 70 Jahren rechnerisch unberücksichtigt blieben, da in diesen Fällen grundsätzlich nicht mehr mit einer Materialentfernung zu rechnen ist.

Dauer der Nachbehandlung

Entsprechend den verschiedenen aufgezeigten Komplikationen und den großen Altersunterschieden der Patienten weisen auch die Zeitangaben über die Nachbehandlung große Schwankungen auf. Zum Stichtag war bei 14 Patienten die Nachbehandlung abgeschlossen.

Im Durchschnitt betrug die Zeit der Nachbehandlung 5,5 Monate.

Verteilung

2 Monate	1 x	7 Monate	1 x
3 "	3 x	8 "	1 x
4 "	3 x	9 "	1 x
5 "	1 x	13 "	1 x
6 "	2 x		

Sporttauglichkeit, Verkürzungen, Arbeitsfähigkeitsverluste, Arbeitszeitverluste, Schulzeitverluste, Berufsumschulung

Bezüglich der Sporttauglichkeit stellte sich heraus, daß alle Patienten, die vor dem Bruch Sport trieben, diesem auch nach Abschluß der Behandlung wieder nachgehen konnten. Lediglich zwei Patienten gaben an, dazu noch nicht in der Lage zu sein. Ebenso positiv sind die Ergebnisse bezüglich der Verkürzungen der betroffenen Extremitäten: in keinem Fall konnte eine Verkürzung in einem Maß festgestellt werden, das bei dem Patienten Beschwerden hervorrief. Bei einem Patienten liegt eine Arthrodesse auf der betroffenen Seite vor, so daß hier eine Aussage unmöglich und auch unwesentlich wird.

Am Stichtag konnte bei keinem der Fälle der Verlust oder Teilverlust der Arbeitsfähigkeit oder die Notwendigkeit zur Berufsumschulung festgestellt werden. Bei einem Patienten war über beide Punkte noch nicht entschieden.

Von den 39 versorgten Patienten standen zehn im Arbeitsverhältnis oder waren selbständig beruflich tätig; drei weitere Patienten befanden sich in der schulischen Ausbildung. Bei den Berufstätigen beträgt der niedrigste Arbeitstageverlust 105, der höchste 476. Der durchschnittliche Arbeitszeitverlust beträgt 214 Tage. Von den Schülern mußte je einer 60, 53 und 35 Tage der Schule fernbleiben.

3. Durch Rush-pins versorgte geschlossene Femurschaftfrakturen

Zwei geschlossene Femurschaftfrakturen, jeweils im distalen Drittel des Schaftes, wurden durch Rush-pins versorgt.

Fall 1: Die 43 Jahre alte Patientin, die dreijährig eine Poliomyelitis durchgemacht hatte, brach sich den rechten Femur durch einen Sturz, der durch das Aufgehen der "Schweizer Sperre" ihres Gehstützapparates verursacht wurde. Die Schrägfraktur wurde drei Tage nach dem Unfall komplikationslos mit zwei Rush-pins operativ versorgt. Nach 10 Wochen konnte die Rentnerin aus der Klinik entlassen werden, nachdem die Konsolidierung des Bruches relativ langsam erfolgt war. Die erste Teilbelastung wurde zwölf Wochen postoperativ durchgeführt, die erste Vollbelastung acht Wochen später. Die Materialentfernung wurde bisher nicht vorgenommen; die Pins liegen bereits über fünf Jahre.

Fall 2: Der 35 Jahre alte Schlosser zog sich bei einem Mopedunfall eine rechtsseitige schräge Femurschaftfraktur zu. Neben Hautabschürfungen und Prellungen erlitt er auf der gleichen Seite eine Schenkelhals- und Tibiakopffraktur. Die operative Versorgung mit zwei Rush-pins wurde vier Tage nach dem Unfall durchgeführt und verlief ohne Schwierigkeiten mit dem Ergebnis einer ausreichenden Stabilisierung. Der stationäre Aufenthalt erstreckte sich über 13 Wochen. Die erste Teilbelastung erfolgte 13 Wochen nach der Operation, die erste Vollbelastung 18 Wochen postoperativ. Die Materialentfernung wurde nach vier Jahren und elf Monaten während eines erneuten Klinikauf-

enthaltet von zehn Tagen vorgenommen. Der Arbeitszeitverlust beträgt insgesamt 32 Wochen. Eine Berufsumschulung mußte nicht durchgeführt werden.

4. Eine durch die Hackethalsche Bündelnagelung versorgte geschlossene Femurschaftfraktur

Der 23-jährige Patient erlitt bei einem Verkehrsunfall einen linksseitigen schrägen Schaftbruch im mittleren Bereich und geringe Hautabschürfungen. Die operative Versorgung, zwei Tage nach der Verletzung, verlief ohne Schwierigkeiten. Nach sechswöchigem stationärem Aufenthalt konnten die ersten Gehversuche unternommen werden. Nach acht Wochen wurde der Patient nach Hause entlassen. Zwölf Wochen postoperativ wurde zum ersten Mal vollbelastet. Nach 19 Monaten erfolgte, während eines siebentägigen stationären Aufenthaltes, die Materialentfernung. Die Nägel zeigten zum Teil schwere Korrosionserscheinungen. Der Arbeitszeitverlust beträgt 18 Wochen. Es besteht keine wesentliche Verkürzung. Der Patient bezieht keine Unfallrente.

5. Durch AO-Nägel versorgte geschlossene Femurschaftfrakturen

Drei geschlossene Schaftfrakturen wurden durch AO-Nagelungen versorgt.

Fall 1: Bei einem Autounfall zog sich der 19 Jahre alte Hilfsarbeiter eine rechtsseitige Femurschaftquerfraktur und außerdem einen Schlüsselbeinbruch zu. Durch die operative Stabilisierung mit dem AO-Nagel, die sieben Tage nach dem Unfall durchgeführt wurde, konnten ideale Verhältnisse geschaffen werden. Nach 14 Tagen konnten die ersten passiven Bewegungsversuche unternommen werden. Die erste Teilbelastung erfolgte fünf Wochen nach der Operation, die Vollbelastung fünfeinhalb Monate postoperativ. Der Patient befand sich zwei Monate in der Klinik. Zum Zeitpunkt des Abschlusses die-

ser Arbeit war der Nagel neun Monate implantiert. Die Nachbehandlungsdauer erstreckte sich bisher auf vier Wochen. Der junge Mann ist zur Zeit noch nicht in der Lage wieder Sport zu treiben. Die Verkürzung des betroffenen Beines beträgt zwei Zentimeter, macht aber keine Beschwerden und erfordert keinen orthopädischen Ausgleich. Der bisherige Arbeitszeitverlust beträgt drei Monate.

Fall 2: Neben einem Schock und geringen Hautverletzungen erlitt die 52 Jahre alte Patientin bei einem Verkehrsunfall, bei dem sie als Fußgängerin von einem Auto angefahren wurde, eine geschlossene schräge Femurfraktur links in Schaftmitte. Die zwei Tage nach dem Unfall durchgeführte Operation brachte eine gute Fragmentstellung bei zentral liegendem AO-Nagel. Die Patientin konnte nach einem Monat aus der stationären Behandlung entlassen werden, nachdem sie bereits zwei Wochen nach dem Eingriff die ersten passiven Bewegungsübungen durchführen lassen konnte. Die erste Teilbelastung erfolgte vier Wochen, die Vollbelastung 14 Wochen postoperativ. Das Implantat liegt bei Abschluß dieser Arbeit acht Monate. Der bisherige Arbeitsverlust beträgt dreieinhalb Monate. Am operierten Bein besteht keine statisch beeinträchtigende Verkürzung. Die bisherige Dauer der medicomechanischen Nachbehandlung beläuft sich auf neun Wochen.

Fall 3: Die 72-jährige Rentnerin rutschte beim Aussteigen aus der Straßenbahn aus und zog sich eine linksseitige Schrägfraktur in Schaftmitte zu, die nach vier Tagen AO-genagelt wurde. 16 Tage nach dem Eingriff wurde mit den passiven Bewegungsübungen begonnen; zwei Wochen später erfolgte die erste Teilbelastung. Nach acht Wochen durfte die Patientin das verletzte Bein voll belasten und die Klinik verlassen. Als Komplikation stellte sich 14 Tage postoperativ ein kleiner Lungeninfarkt ein. Wegen des hohen Alters der Patientin ist mit einer Materialentfernung nicht mehr zu rechnen. Am verletzten Bein besteht keine Verkürzung.

6. Durch Herzog-Nägel versorgte geschlossene Schafffrakturen

Drei geschlossene Femurschaftfrakturen wurden durch die Herzog-Nagelung versorgt.

Fall 1: Die 77 Jahre alte Patientin stürzte im Altersheim und brach sich dabei links im zentralen Drittel den Femurschaft quer. Die Operation wurde drei Tage nach dem Sturz durchgeführt und verlief ohne Komplikationen. Fünf Wochen postoperativ trat im Bereich der Operationsnarbe ein Fadengranulom auf. Die Patientin stand zum ersten Mal elf Wochen nach dem Eingriff auf und wurde zwei Wochen später aus dem Krankenhaus entlassen. In Anbetracht des hohen Alters ist mit einer Nagelentfernung nicht mehr zu rechnen.

Fall 2: Der 26 Jahre alte Patient wurde 18 Wochen nach einem Mopedunfall, bei dem er sich neben einem Kniescheibenbruch rechts und einer Metatarsale-II-Fraktur links eine linksseitige Querfraktur im Bereich des Überganges vom mittleren zum distalen Drittel des Schaftes zugezogen hatte, in die Münchner Universitätsklinik eingewiesen. In einem auswärtigen Krankenhaus war nach einem erfolglosen konservativen Therapieversuch eine Pseudarthrose entstanden. Bei der Nagelung stellte sich das Anlegen von zwei "Kieler Knochenspänen" als notwendig heraus. Es konnte eine ideale Fragmentstellung und Nagellage erreicht werden. Die bereits in der auswärtigen Klinik aufgetretene Osteomyelitis mit Sequestrierung konnte allerdings erst nach der Materialentfernung, die 45 Monate nach der operativen Stabilisierung erfolgte, zum Stehen gebracht werden. Das Spätergebnis kann als ausgezeichnet betrachtet werden: es besteht lediglich eine ganz geringe aktive Bewegungseinschränkung im Hüft- und Kniegelenk. Insgesamt beträgt der Arbeitszeitverlust 28 Monate.

Fall 3: Der 20 Jahre alte Patient zog sich bei einem Verkehrsunfall neben Schürfwunden im Gesicht und einer Comotio cerebri einen Oberschenkelquerbruch links am Übergang vom proximalen zum mittleren Drittel zu. Röntgenologisch konnten mehrere kleine isolierte Knochenfragmente nachgewiesen werden. Die operative Versorgung erfolgte durch eine geschlossene Herzognagelung.

lung sieben Tage nach dem Unfall. Der Patient mußte drei Monate in stationärer Behandlung bleiben. Einen Monat nach dem Eingriff stellte sich eine Fubularisparese ein, die sich innerhalb weniger Monate wieder zurückbildete. 18 Tage postoperativ wurde mit der Krankengymnastik im Bett begonnen. Die erste Teilbelastung wurde vier Wochen nach der Operation durchgeführt, die Vollbelastung sechs Wochen später. Der Nagel wurde zwölf Monate nach der Implantation entfernt. Der Arbeitszeitverlust beträgt 19 Wochen. Es besteht keine nennenswerte Verkürzung und kein Arbeitsfähigkeitsverlust.

7. Konservativ versorgte geschlossene Schaffrakturen

Vier geschlossene Femurschaffrakturen wurden konservativ behandelt.

Fall 1: Der 35 Jahre alte Patient erlitt bei einem Autounfall Serienrippenfrakturen, einen Hämothorax, schwere Kopfverletzungen mit neurologischen Symptomen, eine Milzruptur, die zur Splenektomie führte, einen Schock und einen Femurquerbruch links im zentralen Drittel. Die Indikation zur konservativen Therapie wurde bestimmt von dem äußerst schlechten Allgemeinzustand des Patienten. Der Krankenhausaufenthalt dauerte 18 Monate. Aus dem Unfall resultierte ein Verlust an Arbeitsfähigkeit von 55 %; eine Berufsumschulung war nicht notwendig. Die Verkürzung des betroffenen Beines beträgt 1,5 Zentimeter und wird durch einen erhöhten Absatz ausgeglichen. Der Patient kann keinen Sport mehr treiben.

Fall 2: Der 48-jährige Patient stürzte beim Aussteigen aus der Straßenbahn und zog sich dabei eine Spiralfaktur im mittleren Schaffbereich des linken Femur zu. Das gleichseitige Fehlen des Unterschenkels war der Grund für die konservative Therapie des Bruches. Der Patient konnte neun Wochen nach dem Unfall entlassen werden. Drei Wochen später war die Fraktur klinisch fest.

Fall 3: Die 73 Jahre alte Patientin erlitt bei einem Sturz vom Bahnsteig eine Comotio cerebri mit Brillenhämatom und eine Femurtrümmerfraktur links im distalen Drittel. Der Allgemeinzustand der Patientin war so schlecht, daß eine Operation nicht gewagt werden konnte. Fünf Wochen nach dem Unfall starb die Patientin an einem Herzinfarkt in der Klinik.

Fall 4: Der 72 Jahre alte Patient litt an einem ins proximale Femurdrittel metastasierten Blasencarcinom. Die Situation war völlig infaust. Der Kranke starb drei Wochen nach der Klinikaufnahme.

8. Nur erstversorgte geschlossene Femurschaftfrakturen

Bei drei Patienten mit geschlossenen Femurschaftfrakturen konnte nur eine Erstversorgung durchgeführt werden.

Fall 1: Der 17 Jahre alte Patient starb zwei Stunden nach der Klinikaufnahme nach einem schweren Verkehrsunfall. Der Patient war in schwerem Schockzustand mit Serienrippenfrakturen, einem Lungenriß, einer Fraktur am linken Schambeinast, dem Abriß der Arteria pulmonalis und einer Femurfraktur, deren Art und Lokalisation nicht mehr festgestellt werden konnte, eingeliefert worden. Plötzlicher Herzstillstand zwang zur Thorakotomie und Herzmassage, was erfolglos blieb.

Fall 2: Der 30 Jahre alte Patient erlitt bei einem Verkehrsunfall eine Contusio cerebri, eine Fraktur der Schädelkalotte, ein Pleuraempyem und Frakturen am rechten Unterschenkel und linken Oberschenkel (Querbruch in Schaftmitte). Da der Allgemeinzustand sehr schlecht war, konnte keine Operation vorgenommen werden. Die calcaneare Drahtextension brachte keine Reposition. Im Mittelpunkt der weiteren Behandlung stand eine Allgemeininfektion und ein hochgradiger Marasmus, der zwei Monate nach dem Unfall zum Tode des Patienten führte.

Fall 3: Der 62 Jahre alte Patient kam neun Stunden nach einem schweren Verkehrsunfall unter dem Bilde einer Fettembolie ad exitum. Der Patient befand sich im schwersten Schockzustand und wies multiple Brüche am ganzen Körper auf. Die Femurspiralfraktur befand sich rechts im proximalen Drittel.

D. Diskussion

Das besprochene Krankengut und dessen Ergebnisse geben die Möglichkeit zu einigen kritischen Bemerkungen.

Die operative Versorgung von Femurschaftfrakturen steht heute absolut im Vordergrund. In genanntem Zeitraum wurden 94,2 % aller Frakturen durch eine operative Behandlungsmethode stabilisiert. Nur bei zu großem Operationsrisiko durch andauernd schlechten Allgemeinzustand des Patienten wurde auf operatives Vorgehen verzichtet. Die 78 mal durchgeführte Marknagelung nach Küntscher stellt nach wie vor für viele Femurschaftfrakturen die ideale Methode dar. Sie wurde bei 56,1 % aller Frakturen angewandt; es handelte sich um 75,6 % Brüche im mittleren Schaftbereich, um 48,7 % Querfrakturen und 24,4 % Schräg- oder Spiralfrakturen. Die Frage um eine offene oder geschlossene Küntschernagelung muß wegen der technisch einfacheren und sichereren Durchführbarkeit und der ausbleibenden Strahlenbelastung für Patient und Chirurg für die offene Marknagelung in den meisten Fällen entschieden werden. Für pathologische Frakturen stellt die Küntschernagelung die Methode der Wahl dar. Lediglich nach einer Tumorresektion im Markhöhlenbereich ist die Marknagelung nicht mehr möglich, so daß die Stabilisierung durch eine AO-Platte erfolgen muß (1 x im eigenen Krankengut). Bei der Versorgung von pathologischen Brüchen geht es im allgemeinen nicht um das Ziel einer Dauerheilung sondern vor allem um eine Fixierung mit dem Ziel der Schmerzlinderung und der krankempfelegerischen Erleichterung.

Die AO-Plattung - sie wurde insgesamt 43 mal durchgeführt - hat sich einen festen Platz unter den operativen Methoden erobert. Die Anwendung erfolgte vor allem bei Trümmer- (27,9 %) und Bieungsbrüchen mit Aussprengungen (44,2 %) in den distalen (32,6 %) und proximalen Schaftbereichen (34,9 %). Die Anwendung von zwei Platten kann als überholt angesehen werden, zumal die Gefahr der Störung der periostalen Blutversorgung beträchtlich erhöht ist und die Entfernung der beiden Platten nicht einzzeitig vorgenommen werden darf, was zu einem dritten operativen Eingriff zwingt. Bei dem Untersuchungsgut zeichnete sich die Einstellung ab, die Platten möglichst

24 bis 30 Monate liegen zu lassen.

Besonders bemerkenswert erscheint die Erfahrung, daß auch heute noch in vielen auswärtigen Kliniken die konservative Einstellung bezüglich Femurschaftfrakturen dominiert. Von 24 Fällen, die zunächst in auswärtigen Kliniken behandelt wurden, sind neun (= 37,5 % davon) Patienten mit ganz erheblichen Komplikationen zu nennen. Diese sind auf die ausbleibende primäre operative Stabilisierung zurückzuführen: es handelt sich dabei um zwei Fälle die 45 und 241 Tage nach dem Unfall in die Chirurgischen Universitätsklinik mit in Fehlstellung konsolidierten Frakturen eingeliefert wurden und um sieben Frakturen, die auswärts zwischen drei und achtzehn Wochen lang erfolglos konservativ therapiert wurden. Zudem sind drei weitere Fälle (= 12,5 % davon) zu nennen, bei deren operativen Versorgungen technische Fehler gemacht wurden: es handelt sich dabei um einen Fall, bei dem versucht wurde mit zwei Küntschnägeln eine Stabilisierung zu erreichen, um einen Patienten, bei dem bei der Küntschnagelung keine Stabilisierung, wegen zu schmalen Nagels, erreicht wurde und um einen weiteren Fall, bei dem die Nagelextraktion nicht gelang. Insgesamt traten also bei 50 % aller in auswärtigen Krankenhäusern anbehandelten Fällen Komplikationen auf, d. h. 8,6 % aller Frakturen waren mit Komplikationen behaftet, die in auswärtigen Krankenhäusern entstanden waren. Die Komplikationsraten der durch Küntschnägeln, und AO-Platten versorgten Brüchen bedürfen daher einer genauen Analyse:

Küntschnagelungen: Bei den geschlossenen Frakturen traten bei 18 Patienten Komplikationen auf (25,4 % der Frakturen, 26,5 % der Patienten). Bei den offenen Frakturen traten keine Komplikationen auf. Die Komplikationsrate aller durch den Küntschnagel versorgten Frakturen beträgt 23,1 %. Von diesen 18 Patienten wurden sieben Fälle wegen der auswärts eingetretenen Komplikationen in die Münchner Chirurgische Universitätsklinik eingewiesen (4 x Osteomyelitis, 1 x zwei Küntschnägeln in einer Markhöhle, 1 x Pseudarthrose, 1 x Bruch am gleichen Femur aber nicht im ehemaligen Bruchbereich). Bei Elimination dieser Fälle beträgt die Komplikationsrate 15,5 %, wobei die Komplikationsrate für Osteomyelitis auf 4,2 % (vorher 9,0 %) der Brüche zurückgeht.

AO-Plattungen: Bei den geschlossenen Frakturen beträgt die Komplikationsrate 33,3 %, bei den offenen 50 % (2 von 4 Fällen). Für alle mit AO-Platten versorgten Frakturen beträgt die Komplikationsrate 34,9 %. Auch hier müssen einige Hinweise erfolgen, die zur Objektivierung der Daten beitragen. Sechs Patienten erlebten Komplikationen, die nicht in den chirurgischen Verantwortungsbereich einzuordnen sind oder nicht in direktem Zusammenhang mit dem Femurbruchgeschehen stehen (1 x unerlaubte Belastung, 1 x Seurumhepatitis, die zum Tode des Patienten führte, 1 x mangelhafte Stabilisierung, die auf einen Narkosezwischenfall zurückzuführen ist, 1 x Refraktur durch Sturz, 1 x Tod nach späterer Abdominaloperation, 1 x Komplikationen nach konservativem Behandlungsversuch auswärts). Nach Elimination dieser Fälle beträgt die Komplikationsrate für die durch AO-Platten stabilisierten Brüche 18,9 %. Nachdem die zu eliminierenden Fälle alle in den Bereich der geschlossenen Frakturen gehören, ermäßigt sich die Komplikationsrate dafür auf 21,2 %.

Bezüglich der anderen operativen Methoden, wie der AO-Nagelung, der Herzog-Nagelung, der Hackethalschen Bündelnagelung und der Rush-pinnung kann wegen des geringen Zahlenmaterials kaum eine Aussage erfolgen. Es erscheint aber wichtig darauf hinzuweisen, daß alle durch diese Methoden versorgten Fälle gute und sehr gute Erfolge brachten. Diese Operationsmethoden haben demnach auch heute noch Indikationsbereiche, die nicht in allen Fällen durch die Küntschernagelung oder die AO-Plattung ersetzt werden können.

E. Zusammenfassung

An Hand der Literatur sowie des Untersuchungsgutes der Chirurgischen Universitätsklinik München wurde der heutige Stand der operativen und konservativen Behandlungsmethoden von Femurschaftfrakturen dargestellt.

Nach eingehender Besprechung der Formen und Entstehungsursachen von Schaftfrakturen, erfolgte die Erörterung der einzelnen Behandlungsmethoden und deren Problematik, sowie der allgemeinen unfallchirurgischen Erstmaßnahmen.

Die eigenen Fälle beziehen sich auf 139 Femurschaftfrakturen bei 136 Patienten, die in der Zeit vom 1. 1. 1960 bis 31. 12. 1967 in stationärer Behandlung der Chirurgischen Universitätsklinik München standen. Die Fälle wurden entsprechend gegliedert und ausgewertet, die Ergebnisse, sofern es die Anzahl der Fälle erlaubte, tabellarisch niedergelegt und kurz erläutert. Unter Berücksichtigung der Literatur und der eigenen Ergebnisse wurde der Wert der einzelnen Methoden diskutiert. Es zeigte sich an Hand des eigenen Krankengutes sowie der Literatur, daß eine Behandlungsart nicht allein von Statistiken und Tabellen abhängig gemacht werden kann. Form, Sitz des Bruches, sowie vor allem der Allgemeinzustand, die Wundverhältnisse und nicht zuletzt klinische Einrichtungen liefern ganz entscheidende Faktoren zur Indikationsstellung.

Es zeigte sich, daß nach dem heutigen Stand grundsätzlich die operative Bruchversorgung mit dem Ziel einer absoluten Stabilisierung angestrebt wird. Die besten Ergebnisse wurden mit der Küntschernagelung erreicht.

Literaturverzeichnis

- ALLGÖWER, M. u. a. Biomechanische Prinzipien bei der Metallverwendung am Knochen. Zbl. f. Chir. 31 (1963) 1281
- ARENS Schwierigkeiten bei Oberschenkelschaftbrüchen. Zbl. f. Chir. 25 (1959) 997 ff.
- BASSETT, C. A. L., D. K. CREIGHTON and F. E. STINCHFIELD
 Contribution of endosteum, cortex and soft tissues to osteogenesis. Surg. Gynec. Obstet. 112 (1961) 145
- BARTOS, G. und T. Karlinger Experimentelle Beobachtungen über die gedrahtete Osteosynthese mit besonderer Rücksicht auf die formative Rolle der Kompressionskräfte. Zbl. f. Chir. 35 (1959) 1446 ff.
- BERNHARD, M. Vor- und Nachteile der dynamischen Osteosynthese nach Rush. Dissertation, München, 1966
- BICKEL Zit. nach Müller, M. E.: Technik der operativen Frakturenbehandlung. Springer-Verlag, 1963, Berlin
- BOGDANOW Zit. nach Priorow, N. N.: Theorie und Praxis der Osteosynthese. Zbl. f. Chir. 17 a (1960) 846 ff.
- BÖHLER, J. Offene und gedeckte Marknagelung der Oberschenkelbrüche. Verh. dtsch. orthop. Ges. 46 (1958) 473

BÖHLER, L.

Die Technik der Knochenbruchbehandlung.

Maudrich-Verlag, 1957 Wien.

Die Technik der Knochenbruchbehandlung. Ergänzungsband, Maudrich-Verlag, 1963, Wien.

Berichte über die in den Jahren 1926 bis 1950 im Wiener Unfallkrankenhaus erzielten Behandlungsergebnisse (unter Mitarbeit von J. Böhler, B. Leitner und E. Trojan). Hefte Unfallheilkunde 46 (1953)

Die Unfallmedizin in Österreich. Zbl. f. Chir. 17 a (1960) 756 ff.

Vierte Sitzung der Fachgruppe "Unfallchirurgie" der Wiener Medizinischen Gesellschaft.

Bruns. Beitr. 175 (1943) 136 und 155

BOSCH

Zit. nach Böhler, L.: Die Technik der Knochenbruchbehandlung. Maudrich-Verlag, 1957, Wien

BRAV, E. A.

Eine kritische Analyse der Endresultate von mit der Marknagelung behandelten Oberschenkelschaftfrakturen. Ref. Zentr. Org. Chir. 134 (1954) 395

BRISKIN, B. S.

Bruch von Metallschienen nach der Osteosynthese und taktisches Verhalten bei diesbezüglichen Komplikationen. Zbl. f. Chir. 23 (1964) 861 ff.

BRUCK, M. und N. MOSER

Über die Drahtcerclage bei Unterschenkelbrüchen. Arch. orthop. Unfallchir. 46 (1954) 536

BRUSSATIS, F. und M. E. MÜLLER

Metallbeschaffenheit und Korrosionserscheinungen an Platten und Schrauben. Zbl. f. Chir. 31 (1963) 1281

- BUCHHOLZ, H. W. Druckosteosynthese und ihre Anwendungsmöglichkeiten. Zbl. f. Chir. 33 (1966) 1216
- BÜRKLE DE LA CAMP, H. Fehler und Gefahren bei der operativen Behandlung frischer Frakturen. Langenb. Arch. klin. Chir. 298 (1961) 87
Die Druckosteosynthese und ihre Beziehungen zur Kallusentwicklung. Medizinische 37 (1959) 1671
- BLOCK, W. Die normale und gestörte Knochenbruchheilung. Enke-Verlag, 1940, Stuttgart
- BECKER, Th. Grundriß der allgemeinen Unfallchirurgie. Barth-Verlag, 1967, Leipzig
- CHARNLEY, J. Die konservative Therapie der Extremitätenfrakturen. Springer-Verlag, 1968, Berlin.
- DANIS, R. Zit. nach Müller, M. E.: Technik der operativen Frakturenbehandlung. Springer-Verlag, 1963, Berlin
- DESENFANS Zit. nach Allgöwer, M.: Technik der operativen Frakturenbehandlung, Springer-Verlag, 1963, Berlin
- EBHARDT Überlegungen zur Indikationsstellung in der Knochenbruchchirurgie. Zbl. f. Chir. 12 (1968) 450
- EHALT, W. Metallische Osteosynthese. Zbl. f. Chir. 145 (1956) 99
- EGGERS Zit. nach Müller, M. E.: Technik der operativen Frakturenbehandlung. Springer-Verlag, 1963, Berlin

- FEHR, A. Die Drahtnaht des geschlossenen Unterschenkel-spiralbruches. Erfahrungen mit der grundsätzlichen und frühen Operation. *Helv. chir. acta*. Fasc. 3 (1945)
- FISCHER-WASELS, J. Zur Frage der Marknagelfrakturen. *Arch. orthop. Unfallchir.* 46 (1953) 207 ff.
- FORGON, M. Über den heutigen Stand der chemischen Osteosynthese. *Zbl. f. Chir.* 44 (1961) 2303 ff.
- FRANZ, J. Die Frakturbehandlung am kleinen Krankenhaus. *Zbl. f. Chir.* 39 (1963) 1536
- GANZONI, R. Messungen bei Frakturhämatomen. *Helv. chir. acta* 26 (1959) 35 ff.
- GEISER, M. Kritische Bemerkungen zur Frage der Cerclage von Torsions- und Schrägfrakturen, insbesondere der Tibia. *Schweiz. med. Wschr.* 88 (1958) 137
- GOETZKE, O. Aussprache zu Küntscher. *Langenb. Arch. u. dt. Z. Chir.* 264 (1951) 551 ff.
- GOLLASCH, W. Die Behandlung der Sekundärheilung bei der Küntschernagelung. *Langenb. Arch. u. dt. Z. Chir.* 282 (1955) 254 ff.
- GRIESSMANN, H. und H. REICH Vergleichende Untersuchungen über den Ablauf der Knochenbruchheilung bei der Marknagelung und bei den mit Gipsverband behandelten Frakturen. *Arch. f. klin. Chir.* 205 (1944) 455

- FUCHSIG, P. Neue Erkenntnisse in Pathogenese und Therapie der Fettermbolie. Langenb. Arch. u. dt. Z. Chir. 316 (1966) 243 ff.
- HACKETHAL, K. H. Küntscher- oder Rushnagelung? Langenb. Arch. u. dt. Z. Chir. 287 (1957) 703 ff.
- HÄBLER, C. Marknagelung nach Küntscher bei langen Röhrenknochen. Urban u. Schwarzenberger-Verlag, 1950, München
- HARNACH, Z. Benutzung des Marknagels bei der Behandlung der Frakturen der langen Knochen. Ref. Zent. Org. Chir. 134 (1954) 387
- HEIZEL, J. Behandlungsergebnisse kindlicher Oberschenkelfrakturen der letzten zehn Jahre. Zbl. f. Chir. 25 (1960) 1410
- HERRMANN, K. O. Ergebnisse der Behandlung von Knochendefekten mit Kunststoffplasten. Zbl. Chir. 86 (1961) 1552
- HERZOG, K. Zur Verbesserung der Osteosynthese mittels Spezialnägeln. Zbl. f. Chir. 11 (1962) 458
Zum Begriff der stabilen Osteosynthese. Zbl. f. Chir. 42 (1965) 2197
- HICKS Zit. nach Allgöwer, M.: Technik der operativen Frakturenbehandlung. Springer-Verlag, 1963, Berlin
- KAESSMANN, H. J. Stabile Osteosynthese durch den Kompressionsnagel. Der Chirurg 37 (1966) 272 ff.

KÜNTSCHER, G.

Die Osteosynthese. Zbl. f. Chir. 17 a (1960) 828 ff.
Die Technik der Marknagelung am Oberschenkel.
Zbl. f. Chir. 25 (1940) 1 ff.
Die Marknagelung gelenknaher Brüche. Mschr.
Unfallheilkde. 58 (1955) 12 ff.
Neuere Erkenntnisse über das Geschehen bei der
Knochenbruchheilung. Langenb. Arch. u. dt. Z.
Chir. 267 (1951) 586 ff.
Das Kallusproblem Langenb. Arch. u. dt. Z.
Chir. 273 (1953) 835 ff.
Ursache der Kallusbildung bei der Frakturheilung.
Bruns. Beitr. 191 (1955) 189 ff.
Pseudarthrosen nach Marknagelung. Z. Orthop. 87
(1956) 225 ff.
Vierte Sitzung der Fachgruppe "Unfallchirurgie" der
Wiener Medizinischen Gesellschaft am 2. Juli 1942.
Diskussionsbemerkung Bruns. Beitr. 175 (1943)
137 ff.
Fortschritte auf dem Gebiet der Marknagelung.
Langenb. Arch. f. klin. Chir. 264 (1950) 597 ff.
Die Sperrpseudarthrose. Zbl. f. Chir. 80 (1955)
337 ff.
Ein entscheidendes Experiment der Knochenchirurgie.
Zbl. f. Chir. 81 (1956) 817 ff.
Diskussionsbemerkung zum Vortrag von H. W. Buch-
holz. Zbl. f. Chir. 33 (1966) 1217

KÜNTSCHER, G. und R. MAATZ

Technik der Marknagelung. Thieme-Verlag, 1945
Leipzig

KÜPPERMAN, W.

Osteosynthese mit konservierten Knochen.
Zbl. f. Chir. 30 (1957) 1275

- MATHISEN, W. und H. OKSNE Einige Gesichtspunkte zur Marknagelung in der Frakturbehandlung. Ref. Zentr. Org. Chir. 125 (1952) 137
- MATTI, H. Die Knochenbrüche und ihre Behandlung. Springer-Verlag (1931), Berlin
- MAGNUS, G. Indikationen und Kontraindikationen in der Frakturbehandlung. Langenb. Arch. klin. Chir. 177 (1933) 265 ff.
- MATZEN, P. F. Der Marknagel in der Pseudarthrosenbehandlung. Zbl. f. Chir. 78 (1953) 1624 ff.
Die Osteosynthese mittels Drahtcerclagen Zbl. f. Chir. 24 (1963) 913 ff.
Erfahrungen mit der Druckosteosynthese. Zbl. f. Chir. 1 (1964) 1 ff.
- MAURATH, J. Physikalisch-mechanische Untersuchung der Stabilität der einzelnen Osteosyntheseverfahren bei Schaftfrakturen. Zbl. f. Chir. 25 (1964) 953 ff.
- MAURATH, J. und H. KÖBLER Kritische Betrachtungen zur Osteosynthese mit dem Rush-pin bei Schaftfrakturen. Arch. Orthop. Unfallchir. 54 (1962) 347 ff.
- MESSERER, O. Über Elastizität und Festigkeit des Knochens. 1880, Stuttgart
- MÜLLER, M. E., M. ALLGÖWER und H. WILLENEGGER Technik der operativen Frakturenbehandlung. Springer-Verlag, 1963, Berlin

- | | |
|----------------------------|---|
| MÖRL, F. K. | Fettembolie und Proteinasehammer. Med. Welt
18 (1967) 1997 ff.
Die proximalen Oberschenkelbrüche als Modell einer
typischen Altersverletzung. Zbl. f. Chir. 27 (1957)
1142 ff. |
| NICOLE, R. | Metallschäden bei der Osteosynthese.
Schwabe-Verlag, 1947, Basel |
| PETROKOV, V. | Die Biomechanik der Kallusbildung und experimen-
telle Bewertung der Druckosteosynthese. Bruns-
Beitr. 205 (1963) 265 |
| PROSKE, G. | Kompressionsbehandlung von Schrägbrüchen durch
Spanndrahtumschlingung. Der Chirurg 26 (1955) 368 |
| PRIOROW, N. N. | Theorie und Praxis der Osteosynthese. Zbl. f. Chir.
17 a (1960) 846 ff. |
| REHM, J. | Experimentelle Untersuchung zur Entstehung der
Fettembolie beim Knochenbruch. Langenb. Arch.
u. dt. Z. Chir. 285 (1957) 230 ff.
Druckmessungen im Knochenmarkraum und Be-
stimmung des Gesamtfettgehaltes in den abführen-
den Venen bei Küntschernagelung. Langenb. Arch.
u. dt. Z. Chir. 283 (1956) 452 |
| RUNNE, H. J. und H. MORITZ | Korrosionsschäden und Metallosen nach Osteosynthese.
Zbl. f. Chir. 45 (1961) 2341 ff. |
| SAZEPIN, S. T. | Die Methoden einer festen Osteosynthese ohne An-
wendung von Metallteilen. Zbl. f. Chir. 17 a (1960)
847 f. |

- SCHEUBA, G. Osteosynthese pathologischer Frakturen.
Zbl. f. Chir. 91 (1966) 464
- SCHÖNE Zit. nach Zenker, R.: "Chirurgie" von Kirschner-
Nordmann. Urban und Schwarzenberger-Verlag,
1944, Berlin
- SCHÜTTEMEYER, W. Marknagelung und Fettembolie. Zbl. f. Chir. 36
(1952) 154 f.
- SCHRECKENBACH, G. Für und Wider die primäre Marknagelung offener
Knochenbrüche. Zbl. f. Chir. 25 (1963) 987 ff.
- SJÖVALL, H. Die Formen der Frakturen der langen Röhrenkno-
chen. Zbl. f. Chir. 30 (1957) 1234 ff.
- SENFF, A. Die Gefahren der Fettembolie bei der Marknagelung
nach Küntscher. Zbl. f. Chir. 75 (1950) 339 ff.
- STRÖLE, V. Ergebnisse der Osteosynthese mittels Drahtum-
schlingung bei Spiralfrakturen der langen Röhren-
knochen. Zbl. f. Chir. 4 (1968) 176
- STRAUMANN, F., O. STEINEMANN u. a. Neuere experimentelle und klinische Ergebnisse
über die Metallose. Langenb. Arch. klin. Chir.
305 (1963) 21
- SZENTPETERY, J. und L. PAPP Die Behandlung der Oberschenkelchaftbrüche im
Kindesalter. Arch. orthop. Unfallchir. 1 (1968)
19 ff.

- | | |
|---|--|
| THORWALD, J. | Macht und Geheimnisse der frühen Ärzte. Knaur-Verlag, 1962, München-Zürich |
| TSCHERNAWSKY, B. A. | Komplikationen und Fehler bei der Osteosynthese. Zbl. f. Chir. 13 (1966) 500 ff. |
| WAGNER, H. | Die Einbettung von Metallschrauben im Knochen und die Heilungsvorgänge des Knochengewebes unter dem Einfluß der stabilen Osteosynthese. Langenb. Arch. klin. Chir. 305 (1963) 28 |
| WATSON-JONES, R. | Zit. nach Allgöwer, M.: Technik der operativen Frakturenbehandlung. Springer-Verlag, 1963, Berlin |
| WEBER, B. G. | Zur Behandlung kindlicher Femurschaftbrüche. Zbl. f. Chir. 40 (1965) 2135 |
| WILLENEGGER, H. | Schwierigkeiten und Problematik der Osteosynthese. Zbl. f. Chir. 33 (1966) 1217 ff. |
| WILLENEGGER, H., R. SCHENK und F. STRAUMANN | Methodik und vorläufige Ergebnisse der Heilvorgänge bei stabiler Osteosynthese. Zbl. f. Chir. 28 (1962) 1221 |
| WONDRAK, E. | Einige Voraussetzungen zur Heilung kindlicher Oberschenkelbrüche. Zbl. f. Chir. 36 (1962) 1574
Zur Problematik der Osteosynthese von heute und morgen. Zbl. f. Chir. 1476 ff. |

ZENKER, R.

"Chirurgie" von Kirschner-Nordmann, 2. Auflage,
Band 4, Urban und Schwarzenberger-Verlag, 1944
Berlin

ZRUBECKY, G.

Stellungnahme zur primären Osteosynthese bei
frischen offenen Unterschenkelschaftbrüchen.
Wiener klin. Wschr. 67 (1955) 42.

Ich danke Herrn Prof. Dr. F. L. Rueff für die Überlassung des Themas,
Herrn Prof. Dr. R. Zenker für die Arbeitsmöglichkeit in seinem Hause.

Herrn Dr. Wilhelm danke ich herzlich für die Anregungen und Ratschläge
bei der Durchführung und Abfassung der Arbeit.

Lebenslauf

Am 22. August 1942 wurde ich als zweites Kind des Dr. Friedrich A. Martens und dessen Ehefrau Dr. med. Johanna Martens, geb. Schwantke in Gleiwitz geboren.

1944 verließ ich mit meiner Mutter und meinem Bruder Schlesien und kam nach Bayern, wo ich im Herbst 1949 in Utting am Ammersee eingeschult wurde. Die Reifeprüfung legte ich an der Oberrealschule in Weilheim Obb. 1963 ab.

Das Studium der Medizin begann ich an der Friedrich-Alexander-Universität zu Erlangen im Sommersemester 1964. Seit dem Wintersemester 1964 studierte ich in München, wo ich im Wintersemester 1966 die ärztliche Vorprüfung ablegte. Im Sommer 1968 begann ich mit einer medizinischen Dissertationsarbeit aus der Chirurgischen Klinik der Universität München mit dem Thema "Der heutige Stand der konservativen und operativen Behandlungsmethoden von Oberschenkelchaftfrakturen". Im Sommer 1970 beendete ich das Studium mit dem Staatsexamen.

